Untersuchungen

über den

Annulus der Laubmoose.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

bei der

Hohen philosophischen Facultät (II. Section)

der

kgl. bayer. Ludwigs-Maximilians-Universität zu München

eingereicht von

Hugo Dihm

aus Lähn bei Hirschberg in Schlesien.

Sonderabdruck aus „Flora oder allg. Bot. Zeitung“ 1894, Ergänzungsband.

München

Druck von Val. Höfling, Kapellenstrasse Nr. 3

1894.

Untersuchungen

über den

Annulus der Laubmoose.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

bei der

Hohen philosophischen Facultät (II. Section)

der

kgl. bayer. Ludwigs-Maximilians-Universität zu München

eingereicht von

Hugo Dihm

aus Lähn bei Hirschberg in Schlesien.

Sonderabdruck aus „Flora oder allg. Bot. Zeitung“ 1894, Ergänzungsband.

München

Druck von Val. Höfling, Kapellenstrasse Nr. 3

1894.

Seinen lieben Pflegeeltern

in Dankbarkeit gewidmet

vom Verfasser.

Wenn auch seit dem Erscheinen der Schrift von Lantzius-Beninga[1]) das Sporogonium der Laubmoose vielfach Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen ist, so hat trotzdem die Verwunderung, welche dieser Bryologe damals bereits über die geringe Kenntniss des innern Baues der Mooskapsel, sowie über die Achtlosigkeit, mit welcher man sie überging, ausdrückte, bis zu einem gewissen Grade noch heute ihre Berechtigung nicht verloren. Wohin wir auch in der Litteratur dieses Gegenstandes blicken mögen, finden wir das Interesse meist nur auf ein Organ, das Peristom, mit Vorliebe concentrirt. Die Wichtigkeit für die Systematik, die Leichtigkeit, mit der an ihm sehr genaue Beobachtungen angestellt werden können, und nicht zum wenigsten die zierlichen, vielgestaltigen Formen, welche es zeigt, rechtfertigen dieses Interesse ja vollkommen. Wenn wir aber berücksichtigen, dass die Eintheilung der Moose in ihre ersten Hauptgruppen das Peristom ganz ausser Acht lässt und besonders auf die Art und Weise hin, wie die Kapseln sich öffnen, Gewicht legt, so muss es sehr Wunder nehmen, dass jenes Organ, welches diesen Vorgang bei einer sehr grossen Gruppe von Laubmoosen vermittelt, bisher in so geringem Maasse beachtet wurde. Sei es, dass man die Wichtigkeit dieses Ringgebildes unterschätzte, oder dass die Schwierigkeiten, welche zuweilen seine genaue Untersuchung bot, eine eingehende Betrachtung abwies: was über den Annulus der Laubmooskapsel in der Litteratur zu finden ist, gibt nur eine sehr lückenhafte Kenntniss dieses Organs. Der einzige, welcher der Sache mehr Beachtung zuwendete, ist der eben erwähnte Lantzius-Beninga, welcher uns in einer Reihe Abbildungen von Längsschnitten durch die Kapsel dieses Organ vorführt; doch ist aus dem dieselben begleitenden Text recht wenig zu entnehmen, da er den Ring vielfach ganz übergeht, zuweilen bemerkt, dass er fehlt und nur bei auffälligeren Formen etwas mehr auf seine Morphologie eingeht. Was wir sonst noch in der Litteratur über den Ring finden

1) Beiträge zur Kenntniss der ausgewachsenen Mooskapsel.

können, beschränkt sich auf wenige Daten, zumeist nur, ob er vorhanden oder nicht. Dieselben entnahm ich Schimper's Bryologia europaea und Limpricht's Cryptogamenflora von Deutschland, wobei ich aber besonders bei ersterem selbst das Wenige, was zu ersehen war, keineswegs immer der Wirklichkeit entsprechend fand. Die Angaben beschränken sich meist auf die Anzahl der Zelllagen, aus welchen der Ring sich zusammensetzt, ob dieselben nach dem Abspringen des Deckels abfallen oder stehen bleiben und nur bei wenigen Gattungen mit auffälligem Annulus ist auf eine wirklich eingehendere Beschreibung Werth gelegt worden (z. B. Funaria, Bryum, Mnium). Von weiteren Autoren kann ich noch Philibert anführen, welcher in seinen Abhandlungen: Sur le péristome des mousses in der Revue bryologique nicht allein das oft bebaute Feld der Bryologen wiederum betritt, sondern auch dem Ring zuweilen einige Aufmerksamkeit zuwendet, wie z. B. bei den Buxbaumiaceen, wo er allerdings bei B. aphylla die Ansicht durchblicken lässt, als sei der Ring hier ein mit dem Peristom verwandtes Gebilde, ohne das aber bestimmt auszusprechen.

Da man in den oben genannten Werken nicht selten der Angabe begegnet: „Ring fehlend", obgleich er selbst bei derartig bezeichneten Gattungen schon äusserlich zumal auf der noch unreifen Kapsel vielfach als dunklere oder hellere Linie zu erkennen ist, so muss dies nun zunächst die Frage anregen: Was hat man unter dem Annulus zu verstehen und welchen Zwecken dient er? Da stellt es sich nun in den überwiegend meisten Fällen heraus, dass es zu weit geht, von einem Fehlen des Ringes zu sprechen, und dass ein Annulus, wenn auch keine so auffallende Erscheinung, immer vorhanden war. Der Zweck dieses Organes im Allgemeinen besteht bekanntlich darin, eine Trennung zwischen der Urne und dem Deckel herbeizuführen. Dieser Effect kann auf verschiedene Weise erreicht werden. In den meisten Fällen sehen wir ein oder mehrere Zelllagen als Verbindungsglied der beiden Kapseltheile eingefügt und befähigt, vermöge des Schleiminhaltes ihrer Elemente, zur Zeit der Sporenreife in der Feuchtigkeit aufzuquellen und sich aus dem Verband der Kapseltheile ganz oder in Stücken abzulösen. Diese Art von Ringen ist meistens grosszellig, von auffallender Form und sie entgehen desshalb der Wahrnehmung niemals. Da aber, wie die Beobachtung lehrt, der Vorgang des Abrollens nur eintreten kann, wenn durch Risse in der Epidermis der Feuchtigkeit Zutritt verschafft und diese Bedingung in der Natur meist durch vorherige Trockenheit gegeben wurde, so wird sich uns

noch eine weitere Function dieses Schleiminhaltes offenbaren. Nicht allein zum Aufquellen bei einer Reihe von Arten wird er bestimmt sein, sondern vermöge eben dieser Eigenschaft ist er umgekehrt im Stande, der Trockenheit länger zu widerstehen und dem Zellkranz, welchem er eigenthümlich ist, eine grössere Widerstandsfähigkeit zu verleihen. Durch diesen Umstand wird in der eintrocknenden Mooskapsel in der Ringgegend eine Gewebespannung eintreten, deren nächste Folge ein Rissigwerden des Ringgewebes sein wird, wonach dann später die Feuchtigkeit den weiteren, bereits bemerkten Einfluss ausübt.

Fassen wir die Bedeutung des Ringes von diesem Gesichtspunkte auf, dem Urnenrande zunächst einen längeren Bestand zu verleihen, so kann es nicht auffallen, in wiederum zahlreichen Fällen den Schleiminhalt der Zellen nicht bis zur Quellbarkeit verstärkt zu sehen, sondern nur dazu befähigt, die Feuchtigkeit zu bewahren. In der Regel wird dann die Gewebespannung noch durch die Beschaffenheit der Cuticula verstärkt, welche in ihrem unmittelbaren Zusammentreten bei Deckel und Urne durch eine oftmals sehr verschiedenen Dicke oder durch eine grössere oder geringere Festigkeit sich offenbart.

Schliesslich sind die Fälle nicht selten, wo ein Schleiminhalt der Ringzellen überhaupt in Frage kommt und an seiner Stelle dann der Urnenrand durch ein Gerüst starkwandiger kleiner Zellen von sicherlich grosser mechanischer Festigkeit verstärkt, und auf diese Weise die Gewebespannung in der Kapseloberfläche herbeigeführt wird. Die Mittel also, durch welche derselbe Zweck erreicht wird, sind mannigfaltig, jedoch keineswegs immer für sich allein auftretend; höchstens ist hier und da eines derselben überwiegend; gewöhnlich aber ergibt sich aus dem Zusammentreten derselben eine Wechselwirkung, deren Resultat immer eine möglichst grosse Spannungserscheinung sein wird.

In den überwiegend meisten Fällen ist dieselbe auf eben dieses Ringgebilde concentrirt, doch treten Beispiele auf, wo sie von grösseren Theilen der Kapsel ausgeht, wie bei der Pottia truncata und manchen Polytrichaceen, wo bei letzteren das ganze aus schleimführenden Zellen bestehende Operculum einen höheren Grad von Beständigkeit aufzuweisen scheint, als die weniger elastisch gebaute Urne und bei den ganz isolirt dastehenden Tetraphideen so weit geht, dass sich der Deckel infolge der grossen Quellbarkeit der Schleimzellen gänzlich abzulösen im Stande ist.

Wenn man somit von diesem erweiterten Gesichtspunkte aus die stegocarpen Moose betrachtet, so kann man wohl behaupten, dass

ein Ring niemals fehlt und immer durch eine mehr oder minder auffallende Differenzirung des Gewebes am Urnen- resp. Deckelrande zu erkennen ist. Selbst bei Sphagnum, dessen Kapseln mir gerade nicht zur Hand waren, ist nach Lantzius-Beninga's und Schimper's Abbildungen und ihren Beschreibungen ein Ring in Form verkleinerter Kapselwandzellen und dadurch hervorgerufener starker Verdünnung der Wand an dieser Stelle angedeutet, und die Anfänge eines solchen sind selbst bei Tetraphis durch eine abweichende Beschaffenheit des Urnenrandes nicht zu übersehen.

Auf genauere Einzelheiten werde ich bei Besprechung der verschiedenen Typen des Ringes, sowie besonders seine Morphologie in den bestimmten Fällen näher eingehen. Die Entwickelungsgeschichte dieses Organs näher zu verfolgen, liegt nicht im Rahmen unserer Aufgabe, doch will ich noch die allgemeine Thatsache anführen, dass der Ring sich in jungen Stadien der Kapsel durch eine Einschnürung an bestimmter Stelle zeigt, worauf dann später erst die Form der Ringzellen deutlich wird. Alsdann erreichen sie die für die bestimmten Arten specielle Grösse und erhalten erst im letzten Entwickelungsstadium die eigenthümliche Beschaffenheit ihrer Membranen und ihres Inhaltes.

Es erübrigt noch, einiges betreffs des systematischen Werthes dieses Organs zu sagen. Wo ich verschiedene Arten einer Gattung zu untersuchen Gelegenheit hatte, ist mir die ausserordentliche Aehnlichkeit im Bau des Ringes, in den meisten Fällen bis zur Identität gehend, aufgefallen. Ich weise hin auf die verschiedenen Arten von Mnium mit ihrem wohlausgebildeten, überall sehr gleichmässig gestalteten Ring, an Bryum, Hypnum, Fissidens u. s. w., bei welchen nur die Grösse des Ringes im Verhältniss zu der Kapsel wechselt. Ob das jedoch für alle Arten einer Gattung gelten kann, wird nur eine sehr eingehende Untersuchung in dieser Richtung ergeben können, jedenfalls möchte ich an die relativ wenigen Fälle, welche ich beobachtete, nicht zu weitgehende Folgerungen knüpfen. Wichtiger noch als die Uebereinstimmung des Ringes innerhalb einer Gattung scheint mir diejenige in den Grenzen einer Familie zu sein. Auch hier fand ich die Bestätigung dafür, dass der Typus der Ringzellen für jede Familie charakteristisch ist und derselben ein fast unverkennbares Gepräge verleiht. Die Bryaceen zeichnen sich durch ähnlich gestaltete, grosse und stark schleimführende Ringzellen aus, Ceratodon und Distichium zeigen bereits in der überraschend ähnlichen, dagegen niemals identischen Ringbildung ihre Zusammengehörigkeit zu

einer Familie und die Hypneen verrathen ihre Verwandtschaft schon durch den Charakter einer ganz bestimmten Ringanlage. Es erscheint mir nach alle dem sehr berechtigt, von einem ähnlichen Bau des Ringes, der sich in der Regel mit dem der ganzen Kapsel vereinigt, auf eine nahe Verwandtschaft schliessen zu dürfen. So scheint mir z. B. die Gattung Physcomitrium viel mehr Beziehungen zu den Pottiaceen zu haben als zu den Funariaceen, mit welchen der Ringbau und der der ganzen Kapsel gar keine Aehnlichkeit aufweist, dagegen die weitgehendste Uebereinstimmung mit Pottia. Auch bei den Polytrichaceen kann der Ring und im weitern Sinne die Art und Weise des Oeffnens der Kapsel systematisch Verwendung finden, wobei ich beispielsweise die in ihrem Kapselbau sehr ähnlichen Gattungen Polytrichum und Pogonatum hervorheben will. Diese, aus nur wenigen Beispielen hervorgegangenen Folgerungen können allerdings erst durch die eingehende Untersuchung aller Moosgattungen zu einem Gesetz erhoben werden, und ich zweifle nicht, dass man dabei zu überraschenden Ergebnissen gelangen wird. So viel glaube ich aber bestimmt schon jetzt aussprechen zu dürfen, dass wir in dem Bau der Ringzellen ein werthvolles systematisches Hilfsmittel besitzen, das ebenso gut wie das Peristom, möglicherweise noch weit mehr, die Verwandtschaft einzelner Gattungen zu einander bestimmt. Der Ring, in verschiedener Hinsicht betrachtet, hat sicher einen grösseren Einfluss auf die Bildung und den Charakter einer Kapsel als das Peristom, welches zuweilen ganz fehlen kann, während ein bestimmt ausgeprägtes Ringgewebe immer vorhanden ist. Damit soll jedoch keineswegs gesagt sein, dass es für die Systematik allein ausschlaggebend werden soll, sondern dass es wichtig ist, diesem Factor eine viel grössere, sorgfältigere Beachtung zuzuwenden, als es bisher geschehen ist.

Dass ich bei den vorliegenden Untersuchungen nicht ganz ausschliesslich den Annulus berücksichtigt, sondern hin und wieder auch andere Beobachtungen angeführt habe, wird man bei den gegenseitigen Beziehungen der einzelnen Organe zu einander verständlich finden; besonders habe ich dem Peristom der Polytrichaceen etwas mehr Aufmerksamkeit zugewandt.

Am eingehendsten beschäftigte ich mich mit der Untersuchung der Buxbaumiaceen in den verschiedenen Theilen der ganzen Pflanze, weil die relativ selten vorkommenden Vertreter dieser interressanten Familie nicht jedermann leicht zugänglich sind, und weil zumal in ihrem Ringbau nur sehr unvollkommene, sogar irrige Angaben vor-

handen sind. Das Ergebniss der Untersuchungen über diese Familie ist die Thatsache, dass die Arten der Gattung Buxbaumia nicht allein im Peristom, sondern ebenso in ihrem Ringbau so wesentliche Abweichungen von einander aufweisen, dass ihre Vereinigung in eine Gattung in Frage kommt. Ferner ergibt sich die Wahrscheinlichkeit, dass wir möglicherweise in dem primitiven Ring, der bei den drei untersuchten Arten der Buxbaumiaceen eine graduelle Entwickelung aufweist, einen Vorläufer zu den complicirten Organen der übrigen Laubmoose erkennen und diese Familie überhaupt als eine sehr alte betrachten müssen.

Funaria hygrometrica.

Die Kapsel des Funaria bietet nicht allein deshalb ein sehr günstiges Object zur Untersuchung dar, weil vermöge der Häufigkeit und Fruchtbarkeit des Mooses Sporogonien eine geraume Zeit des Jahres hindurch in fast allen Entwickelungsstadien zu bekommen sind, sondern auch, was für die vorliegenden Untersuchungen von nicht geringer Bedeutung ist, weil dasjenige Organ der Kapsel, welches als Annulus bekannt ist, eine ansehnliche Grösse erreicht und in allen ihren Einzelheiten eine Entwickelung aufweist, wie sie bei keiner andern der untersuchten Moosgattungen in einer ähnlichen Vollendung beobachtet werden konnte. Wenn ich noch hinzufüge, dass alle Reactionen und Versuche, welche die Erforschung des Aufspringens eines reifen Laubmoossporogons bezweckten, hier die günstigsten Resultate lieferten, so mögen es diese Umstände erklären, weshalb bei der Mittheilung der gemachten Beobachtungen mit dieser Gattung begonnen und dieselben etwas eingehender gehalten werden sollen.

Die Kapsel der Funaria hygrometrica lässt schon mit blossem Auge ein ringförmiges Gebilde am Grunde des Deckels, gewissermassen dessen Begrenzungslinie gegen die Urne hin deutlich erkennen und zwar als einen rothbraunen Wulst, der schon bei der fast ausgereiften Kapsel nicht zu übersehen ist, dagegen bei noch jungem, grünem Gewebe am meisten auffällt. Es beginnt nämlich die spätere gesammte Braunfärbung des Sporogoniums bei Funaria an dieser Stelle und setzt sich im weitern Verlauf der Reife auf den hier verhältnissmässig sehr kleinen Deckel fort, um sich dann nach und nach gegen die Seta hin über die ganze Urne auszubreiten. Diese in der angegebenen Weise fortschreitende Cuticularisirung der Kapselwand findet in der Regel bei den meisten Moosen statt, wenigstens bestätigen die untersuchten Gattungen dies.

Verfolgen wir bei weiterem Verlauf der Reife des Sporangiums das Verhalten des Ringes, so werden wir finden, dass er sich bei der vollständigen Sporenreife von der Kapsel ablöst, sich entweder ganz oder in Stücken einer Spirale zurückkrümmt und somit den verbindenden Zusammenhang zwischen dem Deckel und der Urne aufhebt, wonach dann ersterer abfällt und den austretenden Sporen zur Aussaat einen Weg verschafft. Man kann also den Ring gewissermassen als eine Naht betrachten, welche die Verbindung zwischen Urne und Deckel der Kapsel bis zur Reife vermittelt, dann aber vermöge seiner Organisation im geeigneten Zeitpunkt diese Verbindung von selbst zu lösen befähigt ist.

Ein medianer Längsschnitt durch das Sporogonium zeigt, dass die Kapselwand aus nahezu rechteckigen, stark verdickten Zellen gebildet ist, welche sich bis zum Rande der Urne fortsetzen und dort plötzlich eine sehr veränderte Gestalt annehmen. Die Kapselwand selbst erfährt eine schwache Krümmung nach innen, um alsdann durch eine weitaus stärkere nach aussen die Lage des Ringes anzudeuten, worauf sie sich wieder in normaler Weise mit annähernd viereckigen Zellen und gleichmässiger Verdickung über die ganze Kapsel als Deckel wölbt und nur noch an der Spitze eine stärkere Verdickung zeigt. — Noch ehe die angedeutete Krümmung der Kapselwand nach innen eintritt, erleiden die sie bildenden Zellen eine Veränderung; dieselben werden breiter und bedeutend kürzer, und ihre nach aussen liegende Wand wird stark verdickt, so dass das Zelllumen bis auf einen sehr geringen Raum zurückgeht und schliesslich noch als kleiner, nahezu dreieckiger mit Protoplasma erfüllter Hohlraum zu erkennen ist. Von hier ab ändert sich das Bild vollständig. Die Zellen der Kapselwand werden wieder grösser und nehmen eine unregelmässige Gestalt an. Es sind in der Regel 3—4 solcher Zellen, welche infolge ihrer auffallenden Gestalt und Grösse und andere, näher zu besprechende Verhältnisse sofort als die eigentlichen Ringzellen zu erkennen sind. Die Form des Annulus von Funaria im Längsschnitt erläutert Fig. 1. Die Ringzellen selbst haben nach aussen hin ihre starke Verdickung beibehalten, dieselbe erscheint sogar etwas verstärkt, indem die cuticularisirte Schicht an 2 resp. 3 Stellen zapfenförmig in das Innere der Ringzellen vordringt. Die übrige Umhüllung der Zellen des Annulus besteht aus einer zarten Membran, die einen unbehinderten Einblick in das Innere gestattet. Selbst die Trennungswand zweier benachbarter Zellen hat ihre frühere stärkere Beschaffenheit verloren und stellt sich ebenfalls nur als eine dünne Membran dar, welche nur bei

stärkerer Vergrösserung sichtbar wird, so dass bei schwächerer der ganze Zellcomplex des Ringes wie eine einzige grosse, nach oben helmförmig gebogene Zelle aussieht. Die eigenthümlichste Formveränderung erfährt die oberste Zelle, indem sie bei gleicher Basis von der Breite der vorhergehenden sich beträchtlich in die Länge streckt und sich gewissermassen mit keilförmig runder Spitze in die nächstfolgenden Zellpartieen des Deckelrandes einschiebt. Der letztere erfährt nun durch die Form dieser grossen Ringzelle sowie ihre Lage eine bedeutende Veränderung in der Gestalt seiner Zellen. Dieselben erscheinen hier wieder mit stark verdickten Wänden und legen sich der obersten Ringzelle entsprechend in starker Krümmung unmittelbar an dieselbe an, bis etwa bei der 6. oder 7. Zelle wieder ein langgestrecktes, annähernd rechteckiges Lumen auftritt. Die Basis des uhrglasförmigen Operculums ruht also wie mit einem runden Falz auf den Zellen des Ringes.

Eine für Funaria besonders charakteristische Erscheinung am Grunde des Ringes ist eine Anzahl brauner Zellen, welche sich von der Aussenwand der Kapsel bis zum Peristom quer hindurchzieht. Diese Zellen sind hier gerade besonders auffallend durch ihre stark verdickten Wände, in welchen bei starker Vergrösserung zahlreiche Tüpfel bemerkbar werden. Die Zahl der Zellen variirt zwischen 6 und 9, ihre Form ist nahezu rechteckig oder unregelmässig hexagonal. Dieser meist stark verdickte Zellkomplex scheint bei den meisten Sporogonien der verschiedensten Gattungen aufzutreten, allerdings in sehr mannigfachen Formen. Diejenige der Funaria konnte ich bei keiner andern Moosgattung in annähernder Gestaltung wieder finden. Die „Verbindungszellen“, wie sie der Kürze halber bei allen übrigen Gattungen genannt werden sollen, scheinen hier die weiteste Ausbildung erfahren zu haben. Sie sind aber durchaus keine beständige Erscheinung im Mechanismus des Ringes — es treten nicht selten Fälle auf, wo sie nur auf ein zartes Gewebe reducirt, oder ganz fehlen können.

Der Raum zwischen den Ringzellen und dem Peristom gegen die Spitze der Kapsel hin, wird bei Funaria von einem sehr zarten, dünnwandigen Gewebe ausgefüllt, welches später beim Aufspringen der Kapsel zur Reifezeit keinen nennenswerthen Widerstand bietet.

Bei schwacher Vergrösserung des Längsschnittes scheint die Cuticula der geschlossenen Kapsel in einem ununterbrochenen Zusammenhang zu stehen, während bei starker Vergrösserung eine Trennung zwischen den Zellen des Operculums und denen der Urne deutlich

hervortritt. Man bemerkt dies als eine sehr feine Lichtlinie, welche die Fortsetzung der obersten Begrenzung der grossen Ringzelle nach aussen hin in schiefer Richtung quer durch die Kapseloberhaut zu sein scheint. Diese Linie sieht der Mittellamelle zweier benachbarter Zellen zuweilen sehr ähnlich, doch ist sie in der Regel stärker hervortretend, und die Thatsache, dass an dieser Stelle (Fig. 1a) der Abbruch des Deckels von der Urne stattfindet, gibt den Beweis, dass die Cuticula hier von einer Zellsubstanz von anderer Beschaffenheit durchbrochen sein muss.

Untersuchen wir die Ringzellen weiter auf ihre chemischen Verhältnisse, so zeigt uns die Reaction mit Chlorzinkjod, dass ihre Begrenzungsmembran aus Cellulose besteht. Es erscheint sofort die bekannte Färbung, welche sich übrigens auch auf die Verbindungszellen mit besonderer Intensität erstreckt. Unter geeigneten Umständen bemerkt man ferner, dass der herausgetretene Inhalt der Zellen gleichfalls blau gefärbt wird zum Beweise dafür, dass derselbe zum Theil aus einer der Cellulose chemisch verwandten Substanz besteht. Schon der bei Alkoholmaterial stark contrahirte Protoplasmakörper, der dann nur einen unverhältnissmässig geringen Theil des Zellraumes erfüllt, legt die Vermuthung nahe, dass ausser Plasma noch eine andere Substanz den Zellinhalt ausmacht. Bestätigt wird dies durch die Anwendung von Anilinfarbstoffen, von welchen einzelne (Safranin, Fuchsin, Methylenblau) den Inhalt der Zelle sofort intensiv färben, mit einer Stärke, wie wir sie bei den umgebenden Zellen vergebens suchen. Die weiter angestellten Untersuchungen erweisen nun, dass ein grosser Theil des Zellraumes mit Schleim erfüllt ist, welcher das Innere der Membran mit einer durchsichtigen Schicht überkleidet.

Ein Querschnitt durch die Kapsel in der Gegend des Ringes zeigt diese Verhältnisse noch weit deutlicher. Man erhält alsdann das Bild, welches Fig. 2 erläutert. Die Ringzellen erscheinen hier lang und schmal und in radialer Richtung angeordnet. Von ihrem Inhalt kann man zunächst nur den Plasmakörper wahrnehmen, der den nach dem Innern zu liegenden Zellkern umgibt und dann als ein dünner Faden die ganze Zelle in ihrer Länge durchzieht, und nur noch am andern Ende, gleichsam dem Anheftungspunkt, sich etwas reichlicher vorfindet. Eine genaue Untersuchung lehrt, dass die Ringzellen die Aussenwand der Kapsel jedesmal durchbrechen, so zwar, dass die Zelle sich noch etwa um den vierten Theil ihrer Länge als eine sehr feine Linie bis an die äussere Begrenzungslinie der Kapsel fortsetzt. Dass diese schmale Trennungslinie wirklich der Ringzelle an-

gehört, wird durch einen einfachen Versuch erwiesen. Bringt man zu dem Glycerin, in welchem die Schnitte beobachtet werden, etwas Wasser, so verändert sich die Gestalt des Ringes und seiner Zellen fast augenblicklich. Man bemerkt, wie die schmalen Zellen aufquellen, bis sie eine fast elliptische Gestalt angenommen haben. Die Cuticula der Kapsel erfährt hierdurch eine entgegengesetzte Krümmung, so dass grössere Stücke des Ringes sich zu einer Spirale zusammenrollen. Diesen Zustand zeigt Fig. 3 u. 5. Bei Fig. 5 wird ersichtlich, dass der oben angedeutete Fortsatz der Zelle durch die Cuticula gleichfalls an der Quellung theilgenommen hat und nunmehr als eine langgestreckte Spitze erscheint, welche die Oberhaut keilförmig durchbricht. Das zarte Gewebe, welches den Raum zwischen den Ringzellen und dem Peristom erfüllt, erweist sich als wenig widerstandsfähig. Es zerreisst mit Leichtigkeit und seine Reste sind zuweilen noch an der Spitze der verquollenen Ringzellen zu bemerken. Der Inhalt der Zellen hat scheinbar nur eine geringe Veränderung erfahren. Der Plasmakörper ist ebenfalls um ein Geringes gequollen und zum Theil in die Länge gezogen, so dass er hin und wieder sogar aus der Zelle selbst heraustritt (Fig. 5 p). Um so mehr ist der übrige Inhalt der Zelle, der Schleim, einer Ausdehnung unterworfen und wir sehen, dass er beim Befeuchten als eine sehr wirksame mechanische Kraft in der Zelle thätig ist. Die letztere wird hierdurch nicht allein bedeutend verbreitert, sondern erfährt auch eine mehr oder weniger ansehnliche Verkürzung in radialer Richtung, welch letztere sehr veränderlich und keineswegs constant zu sein scheint. Die Wirksamkeit der Quellung erfolgt besonders nach seitlicher Richtung hin. Zu diesem Resultat gelangte ich nach Messungen der Zellen vor und nach der Befeuchtung mit Wasser. Einige Beispiele mögen dies erläutern:

Vor der Quellung		Nach der Quellung		Coëfficient	
a) Breite	b) Länge	a) Breite	b) Länge	a)	b)
7,5—8 μ	57,5 μ	15—17,5 μ	52,5 μ	2	$^1/_{11,5}$
7,5—8	72,5	15—16	62,5	2	$^1/_7$
7,5—9	50—52,5	15—17	43—45,5	2	$^1/_7$
7,5—9	55	16—17,5	50	2	$^1/_{11}$
7,5—9	52,5—55	15—17	44—46,5	2	$^1/_6$
7,5—9	62,5	15—17,5	50	2	$^1/_5$

Man ersieht aus dieser Tabelle, dass der Verdickungscoefficient constant bleibt, so dass die Zelle nach der Verquellung die doppelte Breite erhält, als sie früher vor der Verquellung besessen. Die Ver-

kürzung der Zelle erscheint aber so variabel, dass dieses Resultat wohl kaum auf Messungsfehler zurückgeführt werden kann, wenn auch die Begrenzungslinien nach der Quellung zuweilen etwas unsicher und verwischt werden. Die Figuren 4 und 5 geben ein Bild von einer Anzahl Ringzellen vor und nach der geschilderten Behandlung mit Wasser: beide stellen dieselben Zellindividuen dar. Eine Verlängerung der Ringzellen in der Richtung der Längsachse der Kapsel konnte ich zwar bemerken, doch war dieselbe jedesmal eine so geringe, dass ihr wohl kaum ein nennenswerther Einfluss auf die Vorgänge beim Oeffnen der Kapsel zugeschrieben werden darf. Obgleich allerdings nicht bestritten werden kann, dass durch eine auch noch so geringfügige Verlängerung der Ringzellen der Deckel aus seinem Zusammenhang mit der Urne gelöst wird, so scheint doch der ganze Mechanismus der Ringzellen vornehmlich das zu erstreben, den ganzen Ring in Form einer Spirale oder Theile derselben von der Kapsel abzulösen und dadurch eine sichere und endgiltige Trennung zwischen Deckel und Urne herbeizuführen. Was das Functioniren des Mechanismus der Ringzellen anbelangt, so kann man dies nur von der völlig ausgereiften Kapsel erwarten. Nur hier hat der Schleiminhalt der Ringzellen diejenige Beschaffenheit erlangt, welche ihn befähigt, bei Wasseraufnahme aufzuquellen. Kapseln, welche noch nicht diesen Reifegrad erreicht haben, zeigen diese Erscheinung nicht und Querschnitte durch solche Sporogonien, welche scheinbar völlig ausgereift und äusserlich von solchen kaum zu unterscheiden waren, zeigten bei Wasserzusatz keine Quellungsbewegungen. Dieser Umstand scheint darauf hinzudeuten, dass die Schleimsubstanz der Ringzellen erst unmittelbar vor der Reife die beschriebene Fähigkeit erlangt.

Ausgereifte Kapseln der Funaria werden indessen nicht durch die Feuchtigkeit allein zum Oeffnen gebracht und selbst eine wasserdampfgesättigte Atmosphäre ist nicht im Stande, an der noch geschlossenen Kapsel die Ringzellen zu verändern. Eine Reihe von Versuchen, wobei ausgereifte Sporogonien von Funaria längere Zeit in der feuchten Kammer gelassen wurden, bestätigen dies. Selbst an Kapseln, welche tagelang in Wasser lagen, war auf diese Weise der Ring nicht zum Aufquellen zu bringen. Es müssen demnach noch andere Factoren beim Aufspringen thätig sein, wenigstens solche, welche diesen Process einleiten und dem Wasser resp. Wasserdampf den Eintritt in das Innere der Kapsel vorbereiten. Hierbei spielt nun die Trockenheit der Atmosphäre eine Hauptrolle. Sie ist es, welche durch Austrocknen der Kapsel ein Zusammenfallen derselben herbei-

führt. Da dies nicht in gleichmässiger Weise, begünstigt durch die verschiedenartigen Gewebe der Ringpartie, erfolgen kann, so werden leicht kleine Risse und Oeffnungen entstehen, welche später der Feuchtigkeit ungehindert Eintritt gewähren, wonach dann in zweiter Linie erst durch Abrollen des Ringes ein Abfallen des Deckels erfolgt.

Encalypta.

Obwohl das Sporogonium dieser Gattung mit dem der vorigen in seinem Habitus nicht die geringste Aehnlichkeit aufweist, vielmehr einen Gegensatz in allen Theilen, wie er schroffer nicht gedacht werden kann, so zeigt dennoch das Ringsystem beider eine so überraschende Aehnlichkeit zu einander, dass ich es an dieser Stelle erwähnen muss. Die eigentlichen Ringzellen, in der Regel 2, sind in jeder Hinsicht so übereinstimmend mit Funaria, dass ich nichts hinzuzufügen brauche. Doch machen sich auch wesentliche Abweichungen in ihrer Umgebung bemerkbar. Zunächst ist der Rand des Operculums in sehr auffallender Weise gebildet. Statt der einfach zusammengedrückten und gekrümmten Zellen sehen wir hier eine Lage von 5—6 übereinanderliegenden sehr kurzen und breiten Zellen, welche in schiefer Richtung von der Cuticula aufwärts gegen das Innere der Kapsel ansteigen. Die unterste ist der oberen Ringzelle entsprechend gekrümmt. Sonst sind sie von gerade gestreckter, sehr regelmässiger Form. Ihre Trennungswände sind kaum verdickt, nur weist die Cuticula an dieser Stelle eine bedeutende Verdickung auf, unterbrochen von schwachen Einkerbungen an den Ansatzstellen der Zellwände. Die Verdickung behält die Cuticula noch weit bis unter die Ringzellen bei. Dagegen erfährt sie in der Gegend der Begrenzungsmembran der oberen Ringzelle eine starke Einschnürung, so dass die hyaline Ringzelle in die Oberhaut der Kapsel mit keilförmiger Spitze eindringt. Ohne Schwierigkeit ist ferner an diesem Punkte die Abrissstelle genau zu erkennen. Der Inhalt der Ringzellen führt reichlich Schleim. Derselbe nimmt Farbstoffe mit Leichtigkeit auf. Die erwähnten Zellen des Deckelrandes sind dagegen nicht schleimführend.

Entgegengesetzt zu Funaria sehen wir hier keine Verbindungszellen, sondern nur ein dünnwandiges lockeres Gewebe. Dies muss um so auffallender erscheinen, als die Bedingungen beim Aufspringen der Kapsel infolge der Gleichheit ihrer Ringzellen auch ähnliche sein müssen. Wenn wir aber die Verbindungszellen der Funaria als ein Mittel ansehen, den Urnenrand in hervorragender Weise gegen ein Zusammenfallen beim Eintrocknen zu schützen, oder mit andern Worten: eine Spannungsdiffe-

renz an dieser Stelle herbeizuführen, so wird, wenn wir die bedeutende Verstärkung des Deckelrandes bei der Encalypta ins Auge fassen, ein Mangel von Verbindungszellen nicht nur nicht auffallend, sondern im Gegentheil, ein Vorhandensein würde die Spannungsdifferenz in der Kapselwand, wenn nicht ganz aufheben, so doch sehr vermindern. Einer von beiden Theilen muss grössere Festigkeit aufweisen, und das ist hier umgekehrt der Deckelrand mit einem System zahlreicher, breiter Zellwände in geeigneter Lagerung.

Bryum (Fig. 6).

Im Anschluss an die sehr entwickelten Ringzellen der Funaria können von den untersuchten Gattungen wohl zunächst die Kapseln der verschiedenen Arten von Bryum betrachtet werden, weil dieselben in ihrem Ringsystem eine wesentliche Uebereinstimmung mit dem der Funaria zeigen. Es genügt, von den zahlreichen Arten dieser Gattung nur eine zu besprechen, da die Vergleichung des vorhandenen Materials eine identische Uebereinstimmung im Bau der Kapsel aufwies. Ich wähle als besten Vertreter dieser Gattung Bryum pseudotriquetrum aus dem Grunde, weil es neben grosser Häufigkeit sehr grosse und wohlausgebildete Kapseln hervorbringt, welche den Einblick in die feinere Struktur des Ringes sehr erleichtern. Der Annulus, welcher hier ebenfalls einen ziemlich kleinen Deckel begrenzt, zeichnet sich durch die ansehnliche Grösse seiner Zellen aus. Bei schwächerer Vergrösserung zeigt sich auf dem medianen Längsschnitt der Ring als ein ziemlich regelmässiges elliptisches Organ, welches durch seine zarte, durchsichtige Zellmembran lebhaft mit dem umgebenden stark cuticularisirten Gewebe der Kapselwand und des Peristoms contrastirt. Genauere Untersuchung lehrt, dass dieser ganze Complex von Ringzellen aus einer Anzahl kleinerer Elemente zusammengesetzt ist. Gewöhnlich sind es 4 oder 5 Zellen, welche übereinanderliegend den Ring zusammensetzen. Die oberste Zelle schiebt sich ganz ähnlich wie bei Funaria in die unteren Zellen des Deckelwand ein, wodurch diese zusammengedrückt werden und ihr Lumen der oberen Begrenzungslinie der Ringzelle folgt. Auch hier bemerkt man deutlich die Trennungsstelle zwischen Deckel und Ring, indem die Cuticula von einer feinen Linie durchbrochen wird. Etwas tiefer, unmittelbar unter der ersten Ringzelle, bemerkt man noch eine zweite Linie, welche die Kapseloberhaut in derselben Weise durchschneidet. Durch diese Begrenzung wird der Ring als ein durchaus selbständiger Theil der Kapselwand abgegliedert.

Die Zellen des Annulus selbst sind also nach aussen hin stark verdickt und weisen erst nach dem Innern hin eine zarte Begrenzungsmembran auf. Dies Stück der Kapselwand, welches dem Ringe angehört, schiebt gewissermassen stark verdickte Ausläufer, welche allmählich an Stärke abnehmen und schliesslich zur dünnen Membran werden, in das Innere der Ringzelle keilförmig ein und zergliedert auf diese Weise den Ring in eine Anzahl Zellindividuen.

Zwischen diesen Zellen und dem Peristom liegt ein ziemlich weitmaschiges Gewebe mit etwas stärkerer Membran, aber immer noch zart genug, um der Gewalt des aufspringenden Ringes keinen nennenswerthen Widerstand entgegenzusetzen. Das Peristom besteht wie das der meisten Laubmoose aus zwei Lagen, einer innern und einer äussern, die sich nicht allein durch ihre verschiedene Gestaltung, sondern auch durch ihre Farbe sehr charakteristisch von einander unterscheiden. Die äussere Lage ist wesentlich heller gefärbt, als die innere und weist auf ihrem Längsschnitt eine eigenthümliche, quer durch die Leiste gehende, regelmässig convergirende Streifung auf, die aus einer abwechselnden Substanzänderung des Peristomzahnes hervorzugehen scheint. Vielleicht sind es auch Canäle, welche hier die stark verdickte Zellschicht durchbrechen. Diese Erscheinung ist sehr verbreitet und bei allen Kapseln zu finden, welche von dem normalen Bau nicht abweichen.

Die Verbindungszellen erscheinen bei Bryum als unregelmässige dickwandige Zellen mit grossem Lumen und bringen das untere Ende des Peristoms in feste Verbindung mit der Kapselwand.

Der Inhalt der Ringzellen besteht auch hier aus einem stark contrahirten Plasma und dem an der Zellwand abgelagerten Schleim, der mit Chlorzinkjod gleichfalls sofort blau gefärbt wird und Anilinfarbstoffe mit grosser Begierde aufnimmt. Der Vorgang beim Aufspringen der Kapsel geht in derselben Weise von statten, wie bei Funaria, indem der Ring aus seinem Verbande durch Quellung der Zellen abgelöst wird. Eine Spannungsdifferenz des Gewebes, welche beim Eintrocknen der Kapsel den Zusammenhang der Nähte löst, ist nicht allein in der sehr verschiedenen Stärke der Zellwände dieser Region gegeben, sondern es scheint auch von nicht unwesentlicher Bedeutung zu sein, dass der Ringabschnitt der Kapseloberhaut, welcher dem Annulus angehört, zwar gewöhnlich nicht stärker an Dicke als die übrige Wand erscheint, dagegen durch seine tiefbraune Färbung eine grössere Härte und Festigkeit anzeigt.

Eine grosse Uebereinstimmung mit dem Bau des Ringes bei Bryum finden wir bei jenem der Gattung

Mnium (Fig. 7 u. 8).

Untersucht wurden folgende Species: M. hornum, punctatum, roseum und undulatum. Wenn auch unverkennbar ist, dass der Grundcharakter des Baues beim Annulus derselbe bleibt, so macht sich doch bei den einzelnen Arten ein mehr oder weniger hervortretender Unterschied bemerkbar, wie wir ihn bei den Arten von Bryum vergebens suchen würden. Zum Studium des Baues und der mechanischen Wirksamkeit der Ringzellen gibt Mnium ohne Zweifel äusserst günstige Objecte, da dieselben die grössten und die schönsten dieses Typus sind, welche mir bei meinen Untersuchungen begegneten. Vorausschicken muss ich indessen, dass es mir trotz verschiedener Bemühungen nicht gelingen wollte, an einem Ring von Mnium Quellungserscheinungen zu beobachten. Den vermuthlichen Grund der Indifferenz der Zellen gegen Wasser werde ich später zur Besprechung bringen. Betrachten wir zunächst den Bau des Ringes bei Mnium hornum. Derselbe setzt sich auch hier aus mehreren Elementen zusammen; gewöhnlich sind es vier bis sechs Zellen, welche den eigentlichen Ringtheil darstellen. Ihre Begrenzung gegen die übrigen Kapselwandzellen nach unten erscheint nicht so scharf, wie bei Bryum, bei einigen Individuen ist sogar die Begrenzung nach unten hin nicht ohne Weiteres festzustellen, indem die Zellen der Kapselwand an dieser Stelle häufig allmählich in diejenigen des Ringes übergehen. Die Begrenzung der einzelnen Annuluszellen ist dagegen schärfer hervortretend als bei Bryum. Die Trennung erfolgt allerdings auch hier durch eine sehr dünne Membran, doch zeigen die einzelnen Zellen gegen das Innere hin eine Abrundung in der Weise, dass zwischen den einzelnen Individuen kleine Einschnitte bemerkbar werden, welche die zusammengesetzte Natur des Ringes selbst bei schwächerer Vergrösserung unschwer erkennen lassen. Die Ausgangsstelle der einzelnen Zellen bildet ein Stück der Kapseloberhaut, welches stark cuticularisirt durch tiefbraune Färbung auffällt. Von hier gehen die Zellen fächerförmig aus, so dass der nach innen liegende Theil des ganzen Ringsystems wesentlich breiter erscheint als der äussere.

Als Abrissstelle des Deckels von der Urne konnte ich eine Naht nach oben hin ohne Schwierigkeit nachweisen, während ich eine entgegengesetzte untere nicht aufzufinden vermochte, was vielleicht durch die starke Färbung der Cuticula hier zu erklären ist. — Die obere Begrenzung der Ringzellen gegen die Wandzellen des Operculums ist immer deutlich zu erkennen und besonders bei älteren Individuen als die charakteristische Einschiebung in die Deckelwandzellen wahrzu-

nehmen. Ein Verbindungsgewebe zwischen Ringzellen und Peristom fehlt fast gänzlich, und nur sehr dünne Membranen vermitteln den Zusammenhang und bleiben nach dem Abreissen noch als feine, fadenförmige Fortsätze zu erkennen (Fig. 7 m).

Um so stärker sind die Verbindungzellen entwickelt und können geradezu als der untere Theil des an dieser Stelle sehr modificirten Peristoms aufgefasst werden. Es sind sehr dickwandige Zellen mit kleinem Lumen, welche sich unmittelbar an die unterste Ringzelle anschliessen, um sich in dem nahe herantretenden Peristom fortzusetzen. Das unter diesen Zellen liegende Gewebe ist wiederum sehr dünnwandig, wodurch die Spannungsdifferenz bedeutend erhöht wird.

Von einem zusammengesetzten Ringe, wie ihn Schimper (Bryol. europ.) bei dieser Gattung beschreibt, konnte ich nichts wahrnehmen. Weder hinter einander stehende Zellen, also gewissermassen ein innerer und äusserer Ring ist zu erkennen, noch zwei Ringsysteme, die, der Beschreibung mehr angemessen, übereinander lägen. Ich vermuthe, dass Schimper als zweiten Ring denjenigen Theil der Kapselwandzellen auffasst, der in Fig. 7 mit c bezeichnet ist. Diese Zellen sind allerdings etwas abweichend gebaut von denjenigen der weiter unten liegenden und, wie ich schon oben bemerkte, ist eine Grenze gegen die eigentlichen Ringzellen vielfach nicht ohne Weiteres zu erkennen; doch treten die wirksamen Zellen des Ringes sofort hervor, wenn ihr Schleiminhalt gefärbt wird. Eine Veränderung der fraglichen unteren Zellen konnte ich nicht feststellen und als Ringzellen wären in diesem Falle nur diejenigen zu bezeichnen, deren Inhalt schleimführend ist.

Zur Lösung der Frage, wie die Bildung des Schleimes in den betreffenden Zellen zu erklären ist, fand sich der erste Anhaltspunkt in den untersuchten Individuen von Mnium. Ich fand in jüngeren Stadien die Ringzellen reichlich, die Zellen der Kapselwand weniger mit Stärkekörnern angefüllt. Die Anhäufung derselben aber gerade in den Ringzellen wird desshalb sehr auffallend, weil sie schwerlich nur als Reservestoffe wie in den übrigen Zellen dienen konnten. Da nun selbst bei einem wohlausgebildeten Annulus in seinem Querschnitt ein Aufquellen seines Inhaltes beim Befeuchten nicht zu erreichen war, so lag die Vermuthung sehr nahe, dass ein Schleiminhalt noch nicht vorhanden und gegenwärtig durch Stärke ersetzt wäre. Die Kapseln selbst waren als noch nicht völlig ausgereift zu erkennen, da eine Färbung der Cuticula oder ein Härterwerden nicht deutlich hervortrat und bei den meisten Objecten, welche zur Untersuchung vor-

lagen, wiederholte sich diese Erscheinung, dass die Ringzellen besonders reich an Stärkeinhalt waren, solange die Sporen noch nicht ausgereift waren. Bei völlig reifen Kapseln hingegen ist die Stärke entweder ganz verschwunden oder auf nur wenige Körner reducirt. An ihre Stelle ist quellbarer Schleim getreten, der sich mit Chlorzinkjod blau färbt. Man darf daher wohl mit Sicherheit annehmen, dass die Schleimbildung auf Kosten der Stärke vor sich geht.

Abweichend von der eben besprochenen Art erscheint der Ring von Mnium punctatum. Eine grosse Uebereinstimmung in seinem Bau mit voriger Species ist indessen nicht zu verkennen, wie überhaupt die Struktur des Annulus bei den verschiedenen Arten der Gattung Mnium nur wenig modificirte Wiederholungen darstellt. Bei vorliegender Art (Fig. 8) scheint der Ring aus einer einzigen grossen ovalen Zelle zu bestehen, welche durch eine Querwand in 2 ungleiche Hälften zerlegt wird. Die obere Zelle ist in der Regel erheblich grösser als die untere und hochgewölbt. Eine Einbuchtung zwischen den Zellen gegen das Innere der Kapsel ist auch hier nicht zu übersehen und ist für den Ring dieser Gattung charakteristisch. Die Zellen der Kapsel- und Deckelwand, welche oben und unten an die Ringzellen anschliessen, sind ziemlich übereinstimmend gebaut und weisen eine stark verdickte Zellwand von tiefer Braunfärbung auf.

Diese Färbung ist selbst auf dem Theil der Cuticula, welche der Ringzelle angehört, scharf abgegrenzt. Sowohl nach oben wie unten erstreckt sich die Bräunung nur auf die nächste Umgebung der Ringzelle und die Oberhaut erscheint bald wieder von hellerer Farbe und weniger fester Beschaffenheit.

Die Verbindungszellen sind unregelmässig und wenig charakterisirt, das Peristom scheint unmittelbar aus den Randzellen der Urne hervorzugehen. Das Gewebe zwischen der Kapselwand und dem Peristom ist von zarter Beschaffenheit. Der Inhalt der Ringzellen wird durch Anilinfarbstoffe stark bis zur Undurchsichtigkeit tingirt. Auch hier beschränkt sich die Färbung lediglich auf die beiden Ringzellen; die benachbarten werden nicht davon beeinflusst, ebenso wie bei voriger Art, wo die Gestaltungsverhältnisse nicht so klar hervortraten, wie hier.

Ceratodon (Fig. 9).

Die bisher beschriebenen Gattungen wiesen in der Form und Ausbildung ihres Ringes eine unverkennbare Uebereinstimmung auf. In der Gattung Ceratodon begegnen wir einem neuem Typus der Ringzellen, der nicht minder charakteristisch für eine Anzahl von

Gattungen zu sein scheint. Ich kann dies nur von den Gattungen Ceratodon und Distichium aussprechen, doch zweifle ich nicht, dass sich diese Form noch bei andern Vertretern dieser Familie finden wird. Im Vergleich mit den übrigen Formen des Ringes, wie sie noch zur Besprechung gelangen sollen, weist er eine grosse Aehnlichkeit mit den vorigen immerhin auf, wenn auch im Einzelnen wesentliche Abweichungen zu verzeichnen sind.

Auffallend an dem Ring von Ceratodon ist seine zur Kapsel unverhältnissmässige Grösse, wodurch die mechanische Wirksamkeit der Zellen eine hervorragende Steigerung erfahren muss. Auf dem Längsschnitt erscheint der Ring von fast rhombischer Form. Er wird durch sehr dünne Membranen in 2—3 einzelne Zellelemente zerlegt. Diese Scheidewände gehen von der Ecke aus, welche in die Cuticula deutlich eingeschoben erscheint. Wir sehen nämlich, wie die stark verdickte, fast hornige Oberhaut der Kapsel von der durchsichtigen Ringzelle durchbrochen wird, wodurch diese fast bis an die äusserste Oberfläche hin vorrückt. Auf diese Weise entsteht eine Trennungsstelle zwischen Urne und Deckel, dieselbe, welche sonst durch eine Naht angedeutet wird und die spätere Ablösung beider Theile vermittelt (Fig. 9a). Der obere Theil des Ringes schiebt die Zellen des Deckelrandes stark zur Seite, so dass ihre Wände radial von der Spitze der Annulus-Zelle gegen die Cuticula verlaufen und auf diese Weise ein System gebogener, dreieckiger Zellen mit kleinem Lumen entstehen.

Die Verbindungszellen sind nur durch ein zartes Gewebe angedeutet. Ihre Zellwände sind ziemlich regelmässig angeordnet, so dass dieselben radial von einem Punkte unterhalb der Ringzellen auszugehen und die einzelnen Vorsprünge des Peristomzahnes damit zu verbinden scheinen. Das Gewebe zwischen Annulus und Peristom ist gleichfalls sehr zart und leicht zerreissbar.

Die Zellen des Ringes sind mit Schleim erfüllt, was nicht nur durch den stark contrahirten Plasmakörper, sondern zumal durch die Färbung hervortritt. Fuchsin oder Methylenblau färbt den Inhalt mit grösster Intensität, was selbst dann hervortritt, wenn das umliegende Gewebe noch keine Spur von Farbstoff aufgenommen hat. — Die auffallende Grösse der Ringzellen lässt sich vielleicht aus der harten, fast hornigen Beschaffenheit der Kapselwand erklären, wodurch der Widerstand, den die Epidermis dem Aufspringen entgegensetzt, durch Verstärkung des Ringes überwunden wird. Es ist mir aufgefallen, dass bei denjenigen Laubmoosen, welche trockne Standorte bevorzugen

und deren Kapselwand stark verdickt war, die Ringzellen als schleimführende Organe eine bedeutende Ausbildung erfahren, während im Allgemeinen bei Moosen auf feuchten Standorten das Gegentheil der Fall zu sein pflegt. Doch möchte ich dies als eine nur im Grossen und Ganzen zutreffende Erscheinung bezeichnen, da die schatten- und wasserliebende Gattung Mnium hiervon wiederum abweicht.

Distichium (Fig. 10).

Diese, dem Ceratodon systematisch sehr nahe stehende Gattung zeigt auch hinsichtlich des Kapselbaues und vor allem in ihrer Ringbildung mit jenem eine weitgehende Uebereinstimmung. Auf dem Längsschnitt gesehen (Fig. 10) zeigt der ganze Ring in grossen Umrissen eine bedeutende Aehnlichkeit mit voriger Gattung. In seinem feinern Bau machen sich indessen einige Abweichungen geltend. Das Ringsystem setzt sich hier aus 2 grossen Zellen zusammen, denen sich nach oben und unten 2 resp. 3 kleinere schleimführende Zellen anschliessen. Alle diese Ringzellen sind durch ziemlich starke Wände von einander getrennt, nur die drei grössten weisen eine dünnere Trennungsmembran auf, welche ausserdem durch ihre hellere Färbung eine zartere Beschaffenheit gegenüber den stark gebräunten und verdickten Wänden der benachbarten Zellen andeutet. Das Material, welches mir zur Verfügung stand, hatte leider noch nicht den Reifezustand erreicht, welcher erforderlich ist, um einen Schleiminhalt der Zellen mittelst Färbung mit Sicherheit festzustellen. Ich glaube aber, dass nur die drei grössten Zellen als die eigentlichen Ringzellen aufzufassen und durch Schleimbildung bei der späteren Ablösung wirksam sind. Die stark hervortretende Mittellamelle, welche auf der Oberhaut der Kapselwand als hellere oder auch dunklere Linie an verschiedenen Stellen sichtbar wird, ist mir hier besonders aufgefallen und erschwerte sehr die Entscheidung, wo die Trennungsstelle zwischen Deckel und Urne zu suchen sei. Wahrscheinlich sind 2 derartige Nähte vorhanden und die Thatsache, dass von der obersten angedeuteten Linie, welche mit a bezeichnet ist, die Cuticula plötzlich an Dicke abnimmt, lässt es vermuthen, dass hier eine Trennungsstelle vorhanden ist.

Die Verbindungszellen fehlen auch hier und sind lediglich durch die Maschen eines sehr zarten Gewebes ersetzt. Es unterscheidet sich von jenem, welches den Raum zwischen Ring und Peristom ausfüllt, nur durch die grösseren, mehr abgerundeten Zellen. Die Beschaffenheit dagegen scheint dieselbe zu sein.

In Folgendem soll eine Gruppe von pleurocarpen Moosen betrachtet werden, welche verwandtschaftlich in sehr naher Beziehung zu einander stehen und demgemäss schon in ihrem Kapselbau eine grosse Uebereinstimmung aufweisen. Es ist dies eine Anzahl Vertreter aus der Familie der Hypneen, welche hinsichtlich ihres Ringbaues immerhin einige Aehnlichkeit mit den vorigen Gattungen aufweisen, ohne jedoch viel weiter zu gehen, als in dem Vorhandensein einiger schleimführender, wohlcharakterisirter Zellen von ansehnlicher Grösse und übereinstimmender Gestalt. Ihr Bau im Vergleich mit den eben besprochenen Typen ist indessen sehr abweichend und infolge seiner Einförmigkeit geeignet, eine weitere, ziemlich scharf begrenzte Gruppe zu bilden, deren einzelne Vertreter beim Aufspringen der Kapsel infolge dessen auch gleichen Bedingungen unterworfen sind.

Was das Oeffnen der Kapseln anbelangt, so konnte es mir nicht gelingen, ähnliche Quellungserscheinungen auf dem Querschnitt durch den Ring zu beobachten, wie beispielsweise bei Funaria. Der Grund mag in vielen Fällen wohl darin zu suchen sein, dass das untersuchte Material noch nicht ausgereift war, wobei der Schleim noch nicht quellungsfähig ist und, wie es auch hier häufig zu beobachten war, reichliche Stärkeablagerungen seine Stelle einnehmen. Indessen berechtigen die an ganz ausgereiften Exemplaren vorgenommenen Untersuchungen zu der Annahme, dass der Schleim hier überhaupt nicht so reichlich auftritt und seine Function darauf beschränkt, die Ringzellen gegen das Austrocknen widerstandsfähiger zu machen und durch Festigung des Urnenrandes die Gewebespannung zu erhöhen. Dass der Endzweck dabei in vollkommener Weise erreicht wird, beweist schon die grosse Leichtigkeit, mit welcher die Ablösung des Deckels von der Urne vor sich geht, eine Erscheinung, welche mir häufig recht unerwünscht war, als eingesammeltes Material von reifen Kapseln schon nach wenigen Stunden beim Transport sämmtliche Deckel abgeworfen hatte. Mit Vorliebe geschah dies bei Hypnum, weniger häufig bei Rhynchostegium, Brachythecium und Amblystegium.

Den einfachsten Bau im Ringsystem in dieser Gruppe und zugleich bei allen Arten mit unwesentlichen Abweichungen zeigen die zahlreichen Vertreter der Gattung

Hypnum (Fig. 11).

Trotz seiner verhältnissmässigen Kleinheit ist der Ring besonders bei jungen Kapseln mit blossem Auge ziemlich leicht zu erkennen, da sich seine Lage durch eine Zone hellerer Cuticula verräth. Er pflegt

in der Regel etwas tiefer um die Kapsel zu liegen, als es bei den besprochenen Formen der Fall war und auf diese Weise einen grösseren, meist spitz kegelförmigen Deckel abzutrennen.

Auf dem Längsschnitt erkennt man sogleich, dass er aus 3—4 übereinanderliegenden gleichförmigen Zellen zusammengesetzt ist, welche sich in ihrer äusseren Form nur wenig von den anschliessenden übrigen Zellen der Oberhaut unterscheiden und nur durch ihre Grösse und weitaus zartere Umhüllungsmembran, bei jüngeren Individuen auch wohl durch reichliche Stärkeablagerungen als Ringzellen sofort zu erkennen sind.

Es genügt, aus der grossen Fülle der Arten von Hypnum nur eine näher ins Auge zu fassen, um ein Bild von dem Ring und seiner Wirksamkeit in der ganzen Gattung zu erhalten. Untersucht wurden die Arten: H. cupressiforme, tamariscinum, Cristagalli und Schreberi. Ueberall wurde ein sehr übereinstimmender Bau constatirt. In Folgendem soll H. cupressiforme, das überall fructificirend leicht zu finden ist, als Repräsentant dieser Gattung dienen. Auf dem Längsschnitt bemerkt man, wie die Zellen der Kapselwand gegen den Ring hin nach und nach an Ausdehnung abnehmen und von oben und unten als schmale Zellen an 3—4 erheblich breitere Ringzellen anschliessen. Die Cuticula ist ziemlich stark mit Ausnahme in der Ringgegend, wo sie eine wesentliche Verdünnung erfährt. — Die Ringzellen selbst sind gerade gestreckt oder nur schwach gekrümmt, aus einer annähernd rechteckigen Gestalt etwas abgerundet. Ihre Umhüllung bildet eine dünne, durchsichtige Membran, welche nur gegen die Aussenoberfläche der Kapsel hin und wieder eine kleine Verdickung erfährt. In sehr häufigen Fällen, und zwar bei derselben Kapsel, treten in den Ringzellen Querwände auf, welche parallel oder etwas geneigt zur Kapselwand verlaufen, eine Erscheinung, welche diesen Ringzellen im Allgemeinen etwas Unregelmässiges, wenig Constantes verleiht. Uebrigens treten diese Querwände auch ebenso häufig in den angrenzenden Kapselwandzellen auf, wodurch diese den Ringzellen oftmals sehr ähnlich werden.

Die Verbindungszellen sind sehr einförmig gebaut, von quadratischer oder rechteckiger Form und von stark verdickter, braun gefärbter Membran. Sie gehen in das Peristom über und schliessen sich an einen Fortsatz desselben nach unten zu an, der meist nur durch die doppelte Schichtung von verschiedener Färbung seine Zugehörigkeit zum Peristom verräth. Bei den Hypneen besonders tritt die eigenthümliche convergente Streifung auf der äussern Schicht des Peristomzahnes mit grosser Deutlichkeit hervor, wie überhaupt die

Peristomzähne gerade bei dieser Gruppe der Laubmoose eine hervorragende Ausbildung aufzuweisen haben. Das Gewebe zwischen Peristom und Annulus ist aus regelmässigen rechteckigen Zellen mit zarter Membran zusammengesetzt.

Was den Inhalt der Ringzellen anbelangt, so habe ich schon hervorgehoben, dass er bei unreifen Kapseln sehr häufig Stärke aufweist, analog den bereits besprochenen Gattungen. Dieselbe tritt in reiferen Sporogonien zurück und an ihre Stelle Schleim, der durch Farbstoffe leicht zu erkennen ist. Auffallend erschien mir nur, dass der Schleim bei weitem nicht so intensiv gefärbt wird, als bei den früheren Gattungen, wohl ein Beweis dafür, dass die Schleimbildung nicht so ausgiebig erfolgt. Im Einklang damit steht die Unfähigkeit der Ringzelle leicht aufzuquellen und den ganzen Annulus aus dem Verband mit der Kapsel abzulösen. Mir gelang es daher niemals, bedeutende Quellungserscheinungen zu beobachten. In den meisten Fällen, wo ich reife Kapseln nach dem Aufspringen zu untersuchen Gelegenheit hatte, war von grösseren Resten des Ringes nur schwer etwas zu entdecken und es zeigte sich, dass derselbe entweder in kleinen Stückchen abgefallen oder überhaupt mit der Kapsel in Verbindung geblieben war. Die Ursache des Oeffnens dieser Kapseln scheint mithin ebenso sehr in einer Differenz der Gewebespannung zu suchen zu sein, als in einer Ablösung des Ringes durch Aufquellen. Wahrscheinlich spielt bei diesem Vorgange die starke Verdünnung der Kapseloberhaut über dem Ring eine wesentliche Rolle. Ausserdem ist sie hier heller gefärbt als ihre Umgebung, und desshalb von anderer Beschaffenheit, was um so auffallender ist, als bei Moosen mit stark entwickeltem Ring bei reichlichem und wirksamem Schleiminhalt in allen Stücken das Gegentheil der Fall zu sein pflegt. Es scheint darum sehr wohl annehmbar, dass die Trockenheit der Luft hinreicht, an dieser Stelle der Kapselwand eine ziemlich vollkommene Trennung durch ein Zusammenfallen zu Stande zu bringen, wobei dann eine spätere geringe Quellung der Ringzellen ausreicht, das gänzliche Abreissen des Deckels zu ermöglichen.

Die Arten der Gattung Hypnum sind im Allgemeinen Bewohner feuchter schattiger Oertlichkeiten, oder es ist wenigstens hier die grösste Aussicht vorhanden, fructificirende Exemplare anzutreffen. Weit weniger bevorzugen sie trockne Standorte und es standen mir keine derartigen Species zu Gebote, um der Frage näher zu treten, ob in der That die Ringzellen bei Moosen der trocknen Standorte und ohne Schutzvorrichtung gegen das Austrocknen eine entsprechende

Verstärkung und Wirksamkeit ihres Schleiminhaltes erfahren. Von den untersuchten Arten wenigstens konnte ich, wenn sie sich auf trocknen Plätzen vorfanden, bestimmt keine Fructification erwarten. Herbarienmaterial eignete sich für die vorliegendeu Untersuchungen gar nicht, da bei einigermassen reifen Kapseln fast regelmässig die Deckel abgesprungen waren.

Die Annahme, das der Ring bei Moosen feuchter Standorte in Ausbildung und mechanischer Wirksamkeit ein geringes Maass von Vollkommenheit zu erreichen pflegt, ist bei den wenigen hier untersuchten Gattungen aber zutreffend. Untersuchen wir die Ringverhältnisse bei den nahen Verwandten von Hypnum, deren Vorliebe für die Feuchtigkeit der Athmosphäre nicht in diesem Maasse ausgesprochen erscheint, so müssen wir einräumen, dass die Entwickelung des Ringes und seine Differenzirung zu einem bedeutend höheren Grade von Vollkommenheit gediehen ist. Wir können das am schönsten bei Brachythecium nnd Rhynchostegium bemerken, die beide einen Ring aufweisen, welcher von Hypnum bereits sehr abweicht. Indessen sind auch in andern Gattungen Uebergangsformen zu beobachten und von diesen soll die Gattung Amblystegium zunächst hervorgehoben werden, da diese sich in dem Bau der Ringzellen sehr nahe an Hypnum anschliesst.

Amblystegium (Fig. 12).

Es wurden zwei Arten dieser Gattung untersucht: A. serpens und murale. Beide wiesen den gleichen Bau des Ringes auf, so dass es genügt, A. murale für sich allein zu betrachten. In ihrer äussern Gestalt ist die Kapsel von Ambl. murale kaum von Hypnum abweichend und ihre feineren anatomischen Verhältnisse entfernen sich auch nicht wesentlich von dieser Gattung. Der Ring ist auf dem Längsschnitt von den übrigen Kapselwandzellen sofort und deutlicher zu erkennen, als bei Hypnum. Derselbe setzt sich zusammen aus zwei, seltener drei übereinanderliegenden Zellen von annähernd dreieckiger Form mit ihren Spitzen gegen die Aussenwand der Kapsel liegend. Die Ringzellen sind von einer stark verdickten Wand ringsherum von den Nachbarzellen deutlich abgetrennt und diese braungefärbte Schicht lässt sich sehr leicht auf der im übrigen etwas helleren Kapselwand verfolgen, so dass eine ziemlich regelmässige hyperbolische Linie die allgemeine Abgrenzung der Ringzellen angibt. Die Trennungsmembran der einzelzen Zellen hingegen ist dünn, nur gegen aussen hin etwas verdickt und von zarter Beschaffenheit. Quertheilungen der Ring-

zellen sind ziemlich häufig zu verzeichnen. Diese Querwand, welche nahezu senkrecht auf den andern Wänden steht, ist in der Regel stärker verdickt, als die letzteren; auch kommt es vor, dass durch solche Zwischenwände ganz unregelmässige Stücke von der Ringzelle abgeschnitten werden und diese dann wieder eine Theilung erfahren. Die an den Annulus anstossenden Zellen der Kapsel- und Deckelwand fügen sich erst den Formen des Ringes an, verlaufen aber bald wieder in regelmässiger Ordnung und rechteckiger Gestalt.

Die Verbindungszellen sind nicht gut charakterisirt und erscheinen meist sehr unregelmässig und zartwandig und sind häufig gar nicht zu erkennen, wobei die zahnförmigen Fortsätze am unteren Theil des Peristoms in directer Verbindung mit den Zellen der Kapselwand stehen. Das Peristom selbst ist durch ein feines, kleinzelliges Gewebe mit der Kapselwand und den Ringzellen verbunden.

Der Inhalt der Ringzellen lässt sich neben dem stark contrahirten Protoplasma als Schleim durch geeignete Färbung leicht nachweisen. Uebrigens ist in 1—2 Zellen der Kapselwand, welche den Ringzellen benachbart sind, ebenfalls eine geringe Schleimbildung zu erkennen. Eine Abrissstelle des Deckels von der Urne ist leicht ersichtlich und in Fig. 12 mit a bezeichnet. Ob eine entsprechende untere Trennungsstelle vorhanden ist, konnte ich nicht mit Sicherheit feststellen. Die Ablösung des Deckels von der Urne vollzieht sich mit grösster Leichtigkeit. Das Material, welches ich bearbeitete, war noch nicht völlig reif und schon bei Kapseln, welche eben erst ausgebildete Sporen enthielten, trat nicht selten der Fall ein, dass bei der Einbettung in Paraffin die Deckel sämmtlich abfielen, ein Uebelstand, der sonst nur in gleichem Maasse bei Hypnum eintrat, sonst dagegen nur äusserst selten zu verzeichnen war. Dies gibt einen Beweis dafür, wie locker der Zusammenhang des Deckels mit der Urne bei genannten Gattungen ist.

Brachythecium (Fig. 13).

Diese Gattung zeichnet sich vor Hypnum und Amblystegium schon durch ihre mit sehr harter Wandung versehene, tiefbraune Kapseln aus. Dieser Umstand erregt schon die Vermuthung, dass hier der Ring einen höhern Grad von Ausbildung erlangt haben muss, um den Widerstand einer stark verdickten Cuticula zu überwinden. Wir finden in der That auch, dass die Ringzellen wesentlich mehr differenzirt erscheinen, als bei voriger Gattung, dass ferner noch andere Eigenthümlichkeiten dieser Zellen hinzutreten, die sie von den vorigen abweichend gestalten und dem Ringe ein für diese Gattung charakteristisches

Gepräge verleihen. Der Längsschnitt zeigt den Ringzellencomplex von ziemlich regelmässiger, elliptischer Gestalt, je zwei zusammen in eine gemeinschaftliche Umhüllung eingeschlossen. Letztere wird gebildet von einer stark verdickten Zellschicht, welche sowohl gegen das Innere der Kapsel, wie nach aussen hin die Ringzellen umgibt und sie vollkommen von den übrigen Zellen der Kapselwand abscheidet. Die Trennung ist eine so vollkommene, dass selbst der Theil der Umhüllung, welcher der Cuticula angehört, meist bis auf das Doppelte der letzteren verdickt ist, ausserdem von der Aussenwand durch zwei convergirende Trennungslinien scharf gesondert ist und in der Regel durch eine helle Farbe von ihr absticht. Das ganze Ringsystem erhält dadurch den Anschein, als sei es in die Wandzellen eingefügt und nur in lockerem Zusammenhang damit stehend. Diese starke Verdickung aller Zellwände des Ringes erstreckt sich auch auf die Trennungsschicht der beiden Ringzellen. Dieselbe erreicht auch hier oftmals die doppelte Dicke der Zellwände, welche die Kapselwand aufbauen. Diese Umstände sind deshalb so auffallend, weil wir gewohnt sind, in den Ringzellen meist ein sehr zartwandiges Organ zu sehen, dessen Membran befähigt ist, die Feuchtigkeit zur Aufquellung möglichst leicht hindurch zu lassen und hier erblicken wir den Schleim von Zellschichten umlagert, welche diese Möglichkeit sehr zu erschweren scheinen.

Den Vorgang des Aufspringens eines solches Ringes konnte ich nicht verfolgen, selbst bei reifen Kapseln nicht, wo der sonst reiche Stärkeinhalt auf ein Minimum reducirt war. Ein gleiches ist aber auch von anders gebauten Ringzellen zu verzeichnen gewesen, wo der Schleiminhalt trotz verschiedener Hilfsmittel nicht soweit zum Quellen zu bringen war, dass er eine Gestaltsveränderung des Ringes herbeigeführt hätte. Dass der Inhalt der Ringzellen von Brachythecium theilweise ebenso aus Schleim besteht, ist unzweifelhaft, denn die Zellen sind sehr wohl befähigt, Anilinfarbstoffe aufzunehmen.

Die augenscheinlich sehr widerstandsfähige Umhüllungsschicht der Ringzellen findet eine befriedigende Deutung am besten wohl in dem bereits erörterten Princip der Differenz in der Gewebespannung in der Kapselwand beim Eintrocknen. In vorliegendem Falle hätten wir nun das gegentheilige Verhältniss zwischen der Stärke der Ringzellenwand und der Kapselwand zu verzeichnen, eine Erscheinung, welche an dem Effect nichts ändern kann.

Die sich an den Ring anschliessenden Kapselwandzellen erscheinen sehr schmal und lang, von gekrümmter Gestalt und zusammengedrängt.

Die Verbindungszellen sind wenig charakterisirt; sie sind gross, unregelmässig von Gestalt und von ziemlich dünner Membran umschlossen. Nur diejenigen Wände, an welche das Peristom anschliesst, sind stark verdickt und von derselben Farbe wie letzteres, welches hier tiefbraun erscheint, sie bilden eine Leiste, welche mit den zahnförmigen Fortsätzen des Peristoms verwachsen ist.

Das Peristom selbst ist durch die sehr verschiedene Farbe seiner beiden Schichten höchst auffallend. Die äussere und innere Schicht des einzelnen Zahnes ist gewöhnlich von durchaus verschiedener Farbe; dieselbe bedingt wahrscheinlich auch eine verschiedene Beschaffenheit der Gewebesubstanz. Die innere gezähnte Leiste zeigt eine nur schwach gelbliche Farbe, während die äussere eine tiefbraune, fast schwarze Färbung aufweist und ausserdem das für sie charakteristische Liniensystem in ausgeprägtem Maasse besitzt. Diese Umstände scheinen darauf hinzudeuten, dass die Peristomzähne dieser Gattung sehr empfindlich sind gegen die Feuchtigkeitsveränderungen der Atmosphäre. Weiter drängt sich die Vermuthung auf, dass ein so hoch organisirtes Peristom nicht bloss dem einzigen Zwecke dient, die Kapselmündung nach abgeworfenem Deckel je nach der Feuchtigkeit der Luft zu öffnen oder zu verschliessen, sondern dass auch dem Kranz der Peristomzähne bei den Laubmoosen in vielen Fällen überhaupt die weitere Aufgabe zufällt, bei noch geschlossener Kapsel ein Abheben des Deckels zu befördern und die Wirkung der Gewebedifferenz in der Ringgegend und den Annulus selbst in seinem Endzweck zu unterstützen. In vorliegendem Falle lässt der etwas abweichende Bau der Ringzellen und das hochentwickelte Peristom eine derartige Vermuthung berechtigt erscheinen. Vielleicht liegt zwischen der Ausbildung des Annulus und dem Peristom eine Art Wechselwirkung vor, welche sich vorläufig noch einer genauern Einsicht entzieht, möglicherweise aber auf eine bestimmte Gesetzmässigkeit zurückzuführen wäre. Der eben beschriebenen Gattung ausserordentlich ähnlich ist das nahe verwandte

Rhynchostegium (Fig. 14).

Erwähnenswerte Abweichungen im Bau der Ringzellen unter den einzelnen Arten dieser Gattung sind nicht zu verzeichnen. Auf dem Längsschnitt von Rh. longirostre, welchen Fig. 14 darstellt, fällt sofort die grosse Aehnlichkeit mit Brachythecium auf. Auch hier erscheint der Ring scharf abgegrenzt und von der Cuticula der Kapsel durch feine Trennungslinien geschieden. Die Zellwände sind zwar auch

hier noch ziemlich stark verdickt, doch wirkt dies hier bei weitem nicht mehr so überraschend, wie überhaupt die ganze Gestalt des Ringes dem Typus der Bryaceen ein wenig gleicht. Auch hier ist die grössere obere Zelle hochgewölbt und übertrifft auch an Breite die untere. Beide Zellen werden durch eine ziemlich stark verdickte Membran von einander getrennt, an welche sich auf die Oberhaut der Kapsel, d. h. auf den stärkeren Theil derselben, welche dem Ringe angehört, die Mittellamelle mit grosser Deutlichkeit fortsetzt und leicht zu der Täuschung Anlass geben kann, als befände sich hier die Abrissstelle zwischen Deckel und Urne. In Wirklichkeit sind aber zwei andere Linien vorhanden, welche diesem Zwecke dienen.

Die Verbindungszellen sind stärker ausgebildet als bei voriger Gattung und nehmen besonders gegen das Peristom hin bedeutend an Dicke der Wandung zu. Ihre Gestalt ist meistens rhombisch. Das Peristom ist auch hier sehr stark entwickelt und aus sehr festen widerstandsfähigen Zellschichten gebildet. Es besteht aus zwei Lagen von sehr verschiedener Beschaffenheit, die Aeussere ist hellbraun und vielleicht von weicherer Substanz, während die innere durch ihre tiefdunkle Färbung eine grössere Festigkeit zu verrathen scheint. Das Gewebe zwischen Peristom und Kapselwand ist, wie in allen Fällen, äusserst dünnwandig und mit der Reife der Kapsel allmählich verschwindend. Was den Inhalt der Ringzellen anbelangt, so ist an dem stark contrahirten Plasma die Gegenwart von Schleim zu vermuthen. Dies wird auch durch Anwendung von Anilinfarbstoffen bestätigt, in der Regel aber nicht in dem Maasse, wie man wohl erwarten könnte, denn die Färbung fällt in den meisten Fällen etwas schwach aus. Bei jüngeren Kapseln ist das Vorhandensein von Stärke in den Ringzellen festzustellen; diese findet sich dann auch in den übrigen Zellen der Kapselwand, wenn auch bei weitem nicht so reichlich.

Ein Aufspringen der Kapsel trifft ziemlich leicht ein, der Ring bleibt vielfach noch an der Urne haften oder fällt stückweise ab. Ein Abrollen als zusammenhängende Spirale konnte ich aber in keinem Falle beobachten.

Bisher haben wir nur Ringsysteme kennen gelernt, an welchen meist zwei, auch 3—4 Zellen durch die eigenthümliche Gestalt ihre Bestimmung sofort verriethen. In den meisten Fällen nehmen wohl die anstossenden Zellen der Kapselwand an dieser Gestaltsveränderung theil, niemals dagegen so viel, dass ihre Form eine Zugehörigkeit zu den eigentlichen Ringzellen vortäuschen konnte. Es gibt indessen eine ganze Reihe von Moosen, bei welchen der Ring sich nicht auf

den ersten Blick zu erkennen gibt, sondern durch eine Reihe von Zellen nach oben und unten begleitet wird, so dass er aus diesem Complex vielfach kaum und nur bei Anwendung geeigneter Färbemittel leichter herauszufinden ist.

Bei völlig ausgereiften Kapseln, wo die Verhärtung der Zellwände ihren Höhepunkt erreicht hat, sind die Ringzellen noch am leichtesten zu erkennen. Bedeutend schwieriger wird dies schon bei solchen Kapseln, die diesen Grad noch nicht erreicht haben, obwohl die Sporen schon vollkommen ausgebildet sind. In solchen Individuen sind die Ringzellen aus einer Anzahl ganz ähnlich gebauter Kapselwandzellen häufig gar nicht zu erkennen.

Ein sehr charakteristischer Vertreter dieses Ringtypus ist das überall häufig vorkommende und reichlich fructificirende

Dicranum (Fig. 15).

Diese Gattung bietet vermöge der Grösse ihrer Kapseln und Ringzellen ein sehr geeignetes Untersuchungsobject, und die Verhältnisse liegen hier auch sehr klar vor Augen, was man von den andern Vertretern dieses Ringtypus, meist sehr kleinen Kapseln, nicht gerade hervorheben kann.

Ueber den Grund, warum bei Dicranum der Ring schon mit blossem Auge als ungewöhnlich breit erscheint, erhalten wir Aufschluss bei der Untersuchung eines Längsschnittes der Kapsel. Hier fällt zunächst auf, dass die Kapselwandzellen in der Ringgegend breiter und viel kürzer werden und sehr zahlreich, gewöhnlich 10—12 zusammengedrängt sind. Alsdann nehmen sie wieder an Breite ab, ihre Länge nimmt zu und sie erhalten wieder ihre normale Gestalt. In der Ringgegend sind die Zellen sehr regelmässig gestaltet und selbst der eigentliche Annulus ist wenig abweichend von den benachbarten Zellen gebaut. Die Zeichnung, welche Lantzius-Beninga von diesem Schnitt durch den Ring gibt, ist sehr ungenau; ganz so einfach, wie die Figur das wiedergeben soll, ist die Anlage des Ringes doch nicht. Auf den ersten Anblick hat es allerdings den Anschein, als ob die Kapselwand an dieser Stelle von einer grossen Anzahl sehr schmaler Fächer gebildet würde, welche untereinander gar keine Differenzirung aufweisen. Genauere Beobachtung lehrt aber das Gebiet der Ringzellen auf einen beschränkten Raum zu reduciren. Dieselben sind sogleich kenntlich durch ihre bedeutend dünnere Zellmembran und durch ihre gegenseitige Anordnung, wodurch das ganze Ringzellensystem eine etwas ovale Gestalt erhält.

Charakteristisch für diese Gattung ist die häufige Theilung, welche die Ringzellen gegen das Peristom hin erfahren. Auf diese Weise werden von den betreffenden Zellen durch Längswände eine grössere Anzahl kleinerer Zellen ziemlich regellos abgeschnitten, so dass das ganze Gebiet des Ringes in einen Complex von drei bis vier grösseren gegen die Oberfläche der Kapsel liegenden und vier bis sechs oder auch weniger kleinen, gegen das Peristom hin liegende Zellen zerfällt. Die grösseren Zellen werden durch Wände von einander geschieden, welche von der Oberhaut der Kapsel ausgehen, anfangs eine lanzettförmige oder schmalrhombische Gestalt haben, um plötzlich in eine dünne Membran zu verlaufen. Auf dem stark verdickten Theil dieser Wände, welche radial von einer Stelle der Oberhaut ausgehen, ist deutlich die Mittellamelle als helle Linie zu erkennen. Die zwischen diesen Wänden liegenden Ringzellen erscheinen entsprechend zugespitzt gegen die Cuticula hin zu verlaufen, und schliesslich deutet eine schwache Linie auf der Cuticula das Vorhandensein von zwei oder drei Abrissstellen an (Fig. 15 a). Das Abspringen des Deckels von der Urne erfolgt auch regelmässig an einer dieser Nähte. Der Inhalt der Ringzellen ist durch Farbstoffe als zum Theil aus Schleim bestehend nicht in allen Fällen, aber unter günstigen Umständen doch unzweifelhaft nachzuweisen. Die an den Annulus angrenzenden Zellen des Urnenrandes und des Deckels können trotz ihrer weitgehenden Aehnlichkeit nicht mehr zu jenem gerechnet werden. Sie unterscheiden sich auch lediglich durch ihre zusammengedrückte Gestalt von den übrigen Zellen der Kapselwand. Hin und wieder sind an den dem Ringe zunächst liegenden Zellen des Urnenrandes Quertheilungen zu bemerken, doch sind sie keineswegs eine so constante Erscheinung, wie bei den Ringzellen selbst, wo sie nur in vereinzelten Fällen ganz fehlen. Obgleich man die Zellen der Kapselwand nicht als zum eigentlichen Ringe gehörig ansehen kann, so ist doch nicht unwahrscheinlich, dass sie beim Aufspringen der Kapsel eine bestimmte Rolle spielen, indem sie an der Verstärkung des Deckelrandes wesentlich Antheil haben. Ihre Bedeutung bei dieser Gattung, wo die Spannungsdifferenz in der Kapselwand sonst nicht sehr auffallend erscheint, würde hierdurch erklärt.

Die Verbindungszellen sind stark ausgeprägt und erscheinen durch ihre ungewöhnlich verdickten Zellwände und ihre dunkle Farbe nur als ein Bestandtheil des Peristoms, welches auf diese Weise direct von der Kapselwand unter den Ringzellen hervorzugehen scheint. Die Gestalt dieser Zellen ist in der Regel elliptisch oder rhombisch. Das

Gewebe zwischen Deckelwand und Peristom ist sehr zart, aus rechteckigen Zellen bestehend und nur bei noch unreifen Kapseln vollständig erhalten. Bei reifen Exemplaren war es vielfach zerrissen oder ganz verschwunden, eine Erscheinung, welche überhaupt sehr verbreitet ist.

Ein Ablösen des Ringes findet nicht immer statt und in diesem Falle zerreist er in kleine Stückchen. Sehr häufig bleibt er mit dem Deckelrand oder der Urne in Verbindung und verleiht diesen ein ausgenagtes Ansehen. Die Trennung erfolgt bei der reifen Kapsel mit grösster Leichtigkeit.

Barbula (Fig. 16).

Von den zahlreichen Arten dieser Gattung habe ich nur zwei untersucht (B. fallax, tortuosa) und festgestellt, dass unter diesen wenigstens der Bau des Ringes identisch war. Repräsentant dieser Gattung sei B. tortuosa. Das Bestreben einer ganzen Reihe von Laubmoosen, eine breitere Lage von Kapselwandzellen zu einem Ringsystem umzugestalten, findet sich bei dieser Gattung in so hohem Maasse ausgebildet, dass das Vorhandensein einer bestimmten Ringzelle, wie das noch bei Dicranum zu erkennen war, hier sicherlich in Abrede gestellt werden muss. Wie bei voriger Gattung finden wir auch hier eine ganze Reihe von Wandzellen stark verbreitert und zusammengedrückt, so dass das ganze System dieser Zellen als eine Ringanlage auf den ersten Blick zu erkennen ist. Die mittleren Zellen sind am breitesten und nach oben uud unten nehmen sie allmählich an Breite ab, so dass der ganze Complex einen länglich elliptischen Umriss erhält. Aus dieser langen Zellreihe, welche sich meist aus 12—14 Elementen zusammensetzt, gelang es mir niemals, ein oder mehrere deutlich charakterisirte Ringzellen herauszufinden: alle scheinen von gleicher Beschaffenheit zu sein. Ihre Trennungswände sind zart und sehr häufig sind auch Längstheilungen der einzelnen Zellen zu bemerken; es ist äusserst selten, dass sie ganz fehlen und durch ihr constantes Auftreten erhält die Ringpartie von Barbula das Ansehen eines sehr zierlichen Netzwerkes.

Was den Inhalt dieser Zellen anbetrifft, so fällt es auf, dass die Schleimreaction in häufigen Fällen ganz ausbleibt, während in vereinzelten Fällen eine bestimmt abgegrenzte Färbung sämmtlicher Zellen eintritt. Das Vorhandensein von Schleim kann demnach wohl kaum bezweifelt werden. Entsprechend dieser gleichmässigen Beschaffenheit sämmtlicher Ringzellen ist auch eine bestimmte Abriss-

stelle in der Kapseloberhaut nicht vorhanden. Ich sah eben so häufig die Trennung unmittelbar am Urnenrand, wie dicht unter dem Deckel, oder auch mitten zwischen den Ringzellen an einer beliebigen Stelle vor sich gehen. Der Ring bleibt in den meisten Fällen mit dem Deckel oder der Urne in Verbindung, selten konnte ich bemerken, dass er sich in grösseren Stücken ablöst.

Die Verbindungszellen fehlen, falls man nicht die Zellen, welche ein lockeres Gewebe zwischen Peristom und Ring bilden, und welche weit herunter in unveränderter Regelmässigkeit gehen, als Verbindungszellen ansehen will.

Das eigentümlich gewundene Peristom ist hinlänglich bekannt, so dass ich nicht näher darauf einzugehen brauche. Ob ihm eine Betheiligung beim Aufspringen der Kapsel hinsichtlich dieses eigenthümlichen Baues zuzusprechen sei, erscheint angesichts des ebenso eigenartigen Ringbaues dieser Arten nicht ganz ausgeschlossen. Wahrscheinlich ist, dass wir in dieser Form der Ringzellen eine etwas modificirte Einrichtung vor uns haben, die Gewebespannung auf der Oberfläche der Kapsel auf eine hohe Wirksamkeit zu verstärken. Berücksichtigen wir nur, dass ein Schleiminhalt der Zellen nicht allein den Zweck erfüllt, den Ring durch Aufquellen abzulösen, sondern durch die Fähigkeit, die Feuchtigkeit beim Eintrocknen der Kapsel länger zu bewahren und der Ringpartie der Kapsel dadurch einen grösseren Bestand zu sichern. In vorliegendem Falle wird das Zusammendrängen von kleinen Zellen, resp. einer grossen Anzahl von Zellwänden, welche ein festeres Gerüst darstellen, die Aufgabe, den Urnenrand zu verstärken, wesentlich unterstützen.

Dicranella (Fig. 17).

Diese Gattung schliesst sich im Bau ihrer Kapsel an das nahe verwandte Dicranum eng an. Wir bemerken auf dem Längsschnitt eine ganz ähnliche Anordnung der Kapselwandzellen um die Gegend des Ringes, wie bei jener Gattung; nur scheint sich hier der Uebergang von den normalen Zellen zu dem Ringe im allgemeinen nicht so plötzlich zu vollziehen und das Lumen der Zellen dieser Region ist auch bei weitem nicht so zusammengedrückt, wie es bei Dicranum charakteristisch ist. Ueberhaupt ist der Ring hier weniger auffallend gebaut; doch treten hier andere Umstände hinzu, durch welche seine Lage sehr fest bestimmt wird. Die Stelle nämlich, wo der Deckel mit der Urne in Zusammenhang tritt, deutet sich durch die verschiedene Grösse der einzelnen Zellen an. Während die Randzellen des Oper-

culums noch eine ansehnliche Grösse besitzen, nehmen diejenigen der Urne plötzlich um ein Beträchtliches an Ausdehnung ab, und verbleiben auch durchweg in dieser verkleinerten Form. Mit andern Worten: die Wand der Urne ist schmaler und zarter gebaut als die Wand des Deckels, so dass beide Theile auf den ersten Blick zu unterscheiden sind. Der Zweck dieser Einrichtung scheint unzweifelhaft der zu sein, eine Verschiedenheit der ganzen Kapselwand hinsichtlich ihrer Widerstandsfähigkeit gegen ein Eintrocknen herbeizuführen. Während der stabile Deckel von atmosphärischen Einflüssen noch gar nicht beeinflusst wird, kann die nachgiebige Wand der Urne denselben bereits unterlegen sein. So wird nothwendig eine Spannung zwischen den Geweben eintreten, und alsdann ein Zerreissen an der Grenzstelle zur Folge haben. Dass die Ringzellen, die hier kaum von den benachbarten unterschieden sind, und sich allein durch Schleiminhalt vor den übrigen auszeichnen, für sich allein schwerlich im Stande wären die Verbindung zwischen Urne und Deckel zu lösen, kann bei ihrer Kleinheit und dem geringen Schleiminhalt zugleich bei der festen Wand der Dicranella nicht zweifelhaft sein.

Die Grenzstelle beider Kapseltheile wird übrigens noch durch die Beschaffenheit der Cuticula charakterisiert, welche gewöhnlich auf der Urne eine etwas hellere Farbe und wahrscheinlich weichere Beschaffenheit aufweist. Zweifelhaft ist mir geblieben, ob die hellen Linien, gewöhnlich 1—2, welche die Grenze zwischen Deckel und Urne mit grosser Deutlichkeit bestimmen, als Mittellamellen oder Abrissstellen aufzufassen sind, da im Uebrigen keine Veränderung in der Cuticula zu bemerken war. Sicher ist jedenfalls, dass an einer dieser Stellen die Trennung beider Kapseltheile regelmässig von statten geht.

Die eigentliche Ringzelle ist nur durch geeignete Färbung aus den andern herauszufinden; doch bietet selbst diese Methode keine genügende Sicherheit, indem einerseits die Färbung nicht selten ganz ausblieb, andererseits noch zwei bis drei andere Zellen den Farbstoff stärker aufnahmen. Es scheint somit, als ob in ähnlicher Weise wie bei Barbula der Schleim eine Begleiterscheinung einer ganzen Reihe von Zellen der Ringgegend ist, eine Einrichtung, welche demselben Zweck dienen würde, den ich bei voriger Gattung angedeutet. Dass in der Regel nicht bloss eine Zelle schleimführend ist, lässt sich auch schliessen aus der grösseren Anzahl von Stärkekörnern, welche bei jungen Kapseln in den Zellen dieser Zone abgelagert sind. Das Peristom wird mit der Kapselwand durch Verbindungszellen von ziem-

lich regelmässiger Gestalt und besonders gegen das Innere hin stark verdickten Zellwänden verbunden.

Fissidens (Fig. 18).

Diese interessante Gattung schliesst sich im Bau ihrer Kapsel und ihres Ringes ziemlich eng an die vorige an, ja, man kann behaupten, dass das Princip, welches hinsichtlich der Gewebedifferenz beim Aufbau der Kapsel von Dicranella durchgeführt war, bei Fissidens eine noch weit grössere Vervollkommnung erfahren hat. Die Ringzellen sind bei dieser Gattung, wie der Längsschnitt zeigt, noch kleiner geworden, so dass man im Gegensatz zu den früheren Gattungen behaupten kann: sie werden hier geradezu durch ihre Kleinheit auffallend; die Randzellen des Deckels und besonders der Urne nehmen an Grösse, je mehr sie sich einander nähern, continuirlich ab und beide Theile stossen zuletzt in einer kleinen Zelle zusammen, welche den obersten Rand der Urne bildet. An diese schliessen sich noch eine ganze Anzahl kleiner zartwandiger Zellen gegen das Innere der Kapsel an. Sie sind vermuthlich durch das Auftreten von Quer- und Zwischenwänden aus einer grösseren Zelle hervorgegangen, ähnlich wie wir das bei Dicranum kennen gelernt haben. Die untern Zellen des Deckelrandes haben eine für diese Gattung charakteristische, eigenthümlich gekrümmte Gestalt. Dieselbe erläutert Fig. 18. Sie wird von Lantzius-Beninga als die „Ringzelle“ bezeichnet, doch kann ich dem nicht beistimmen, da eben die nächstfolgende, welche die Urne abschliesst, weit mehr den Charakter einer solchen trägt. Was den Ringtheil der Kapsel bei Fissidens nun so auffallend macht, ist vor allem die grosse Verschiedenheit, welche die Natur der Zellwände am Rande der Urne und dem des Deckels aufweist. Die Zellwände des letzteren, besonders die Cuticula, sind stark verdickt und von braunrother Farbe. Wo die Urne beginnt, sind die Zellmembranen von zarter Beschaffenheit und die Cuticula ist nur sehr schwach gelblich gefärbt. Die Grenze dieser plötzlichen Aenderung in der Beschaffenheit des Gewebes wird durch eine Linie angedeutet, welche die Oberhaut quer durchbricht und die Abrissstelle beider Kapseltheile ist. Das Gewebe der Kapselwand ist hier offenbar von einer durchaus verschiedenen Widerstandsfähigkeit und gerade an der Stelle, wo sich beide begegnen, ist der Contrast auf seinem Höhepunkt angelangt. Wir haben hier das Prinzip der Gewebespannung fast allein durch die Natur der Kapselwand bis zu einer Vollkommenheit durchgeführt, wie es mir bei den anderen Moosen nicht wieder

begegnet ist. Beim Eintrocknen der Kapsel wird demnach eine Trennung beider Theile die nächste Folge sein.

Es braucht wohl nicht besonders betont zu werden, dass diese Verschiedenheit der Gewebesubstanz erst bei der völlig reifen Kapsel so ausgeprägt ist und erst kurz vor der Reife in jenes Stadium tritt. Unreife Kapseln zeigen dies Verhalten gar nicht oder nur sehr schwach. Hier erscheint die Cuticula fast homogen — eine Erscheinung, wie sie bei fast allen Laubmoosen mehr oder minder deutlich wiederkehrt.

Eine oder mehrere ausgeprägte Ringzellen bei Fissidens festzustellen, ist mir nicht gelungen. Die Färbung mit Fuchsin und Methylenblau lässt zwar einen Schleiminhalt der oberen Kapselwandzellen erkennen, doch niemals in so hervortretender Weise, wie es bei wohl ausgebildeten Ringzellen der Fall zu sein pflegt. Der Stärkeinhalt der Wandzellen war bei jüngeren Individuen ziemlich gleichmässig auf alle Zellen vertheilt und eine besonders starke Anhäufung auf den Annulus ist mir nicht aufgefallen. Neben diesen Stärkekörnern, deren Natur leicht festzustellen war, ist mir im Inhalt der Zellen von Fissidens noch ein Bestandtheil aufgefallen, den ich sonst nicht wieder bemerkt habe. Fast jede Zelle der Kapselwand enthielt nämlich je 1, sehr selten 2 kugelförmige Gebilde, deren Grösse die Stärkekörner nur wenig übertraf. Ihre Farbe war schwach bläulich grün. Die verschiedenen Reactionen auf Pectinkörper führten zu keinem befriedigenden Resultat, ebenso wenig konnte ich nach Einwirkung von Osmiumsäure behaupten, dass hier Oeltropfen vorlägen, was schon aus dem Grunde unwahrscheinlich ist, als das Material vor der Untersuchung längerer Zeit in Alkohol gelegen hatte. Vielleicht liegen hier Elaioplasten vor, deren Vorkommen sonst nur in Lebermoosen festgestellt ist; jedenfalls erscheint mir die Natur der fraglichen Körper so wenig aufgeklärt, dass ich mich begnügen muss, vorläufig nur die Aufmerksamkeit der Beobachter auf diese Gebilde zu lenken.

Der Raum zwischen Peristom und Ring wird von einem lockeren zartwandigen Gewebe mit ziemlich unregelmässigen Zellen ausgefüllt, die man nicht als wohl charakterisirte Verbindungszellen bezeichnen kann. Nur gegen das Peristom hin werden die Zellen etwas stärker und dunkler gefärbt. Weiter nach der Spitze der Kapsel verläuft dieses Gewebe zwischen Wand und Peristom in eine doppelte Reihe zartwandiger, sehr regelmässig rechteckiger Zellen, die nach der Reife der Kapsel zerreissen und eintrocknen. Was das Aufspringen der Kapsel betrifft, so schien es mir, als ob es bei weitem nicht so schnell von statten ginge, wie z. B. bei Hypnum, und die reife Kapsel noch

ziemlich lange in einem Zustande der Reife verharre, ehe ein Aufspringen eintritt. Ein Ablösen des Ringes konnte ich nicht bemerken, und es ist wahrscheinlich, dass derselbe immer mit der Kapsel nach dem Oeffnen in Verbindung bleibt.

Ueber eine zweite Art von Fissidens, welche untersucht wurde, F. adiantoides, ist nichts neues hinzuzufügen; dieselbe verhielt sich in allen Stücken ebenso, wie F. taxifolius.

Orthotrichum (Fig. 19).

Im Anschluss an die bisher besprochenen Gattungen sollen noch einige weitere Formen aufgeführt werden, welche hinsichtlich ihres Ringbaues eine etwas abgesonderte Stellung einnehmen und sich den beschriebenen Typen nicht ohne Weiters unterordnen lassen. Da wir bereits gesehen haben, dass nahe verwandte Gattungen und Familien der Laubmoose auch im Bau ihrer Kapsel vielfach Uebereinstimmendes aufweisen und besonders in der Gestalt ihres Ringes einen besonderen Typus feststellen, so wird es nicht befremden zu sehen, dass manche verwandtschaftlich entfernter stehende Familien auch in ihrer Ringbildung eine Sonderstellung einnehmen. Ob die wenigen Modificationen des Ringes, welche ich noch anführen will: Orthotrichum, Grimmia, Pottia sich bei verwandten Gattungen oder gar Familien wieder finden, d. h. ob sie typisch für dieselben sind, kann ich nicht mit Bestimmtheit entscheiden, da das Material, welches mir zu Gebote stand, nicht so reichhaltig war, um zu diesem Schlusse zu kommen. Nach der Analogie zu schliessen, wäre jedenfalls nichts anderes zu erwarten, zeigen doch Grimmia und Orthotrichum schon untereinander so viel Uebereinstimmung, und für den Typus der Pottia ist Physcomitrium so charakteristisch, dass die Annahme wohl gerechtfertigt ist, der Ringtypus dieser Formen sei noch weiter verbreitet. Einem der bereits beschriebenen Typen kann man die eben erwähnten Gattungen wohl kaum direct anschliessen, doch zeigen sich immerhin noch viele Uebereinstimmungen, so dass die mechanische Wirkung des Ringapparates wohl noch dieselbe bleibt. Andererseits kann nicht verkannt werden, dass gewisse specielle Eigenschaften, wie Fehlen des Peristoms, lange dauernder Zusammenhang mit der Calyptra diese Wirkung in mancher Weise beeinflussen können.

Diejenige Gattung, welche mit den vorigen Typen noch die grösste Aehnlichkeit aufweist, ist Orthotrichum. Von den zahlreichen Arten ist nur O. affine eingehend untersucht worden. Der Längsschnitt lehrt, dass ein gut charakterisirter Ring vorhanden ist. Seine

Zellen sind von den übrigen der Kapselwand deutlich unterschieden, was trotz der Kleinheit, welche in allen Theilen dieser Kapsel herrscht, leicht zu erkennen ist. Der Ring wird hier gewöhnlich aus zwei übereinanderliegenden, etwas abgeplatteten Zellen gebildet. Getrennt werden sie von einander durch eine dünne Membran, und der ganze Annulus gewinnt einige Aehnlichkeit mit dem von Hypnum. Die an den Ring angrenzenden Zellen der Kapselwand sind in ihrer Gestalt dem Annulus sehr ähnlich gebaut, unterscheiden sich aber von den Ringzellen wesentlich durch die weit stärkere Zellwand. Dieselbe ist beim Ring so dünn, dass sie seine Zellen viel mehr durchscheinend hervortreten lässt. Ebenso wie bei Fissidens macht sich hier die Eigenthümlichkeit in der Natur der Kapselwandung bemerkbar. Die oberhalb des Ringes liegenden Wandzellen sind mit einer stark verdickten braunen Umhüllung versehen, während die Zellen der Urne zwar bei gleicher Grösse eine bedeutend hellere Färbung aufweisen, so dass auf den ersten Blick beide Kapseltheile zu unterscheiden sind. Jüngeren Individuen fehlt diese Differenzirung noch, dieselbe tritt erst gegen das Reifestadium ein und wird dann oft sehr auffallend. Eine Längstheilung der an den Ring anstossenden Kapselwandzellen ist eine häufige Erscheinung. Nur in sehr vereinzelten Fällen dagegen ist mir das beim Annulus selbst aufgefallen. Abweichend von dem sonst bemerkten Bestreben der Ringzellen, gegen das Innere der Kapsel aufwärts gerichtet zu sein, oder sich aufwärts zu wölben, tritt hier der Fall ein, dass die Ringzellen in schiefer Lage gegen das Innere der Kapsel geneigt sind. Ob dieser Anordnung eine besondere mechanische Wirkung beim Aufspringen zuerkannt werden soll, kann ich nicht entscheiden. Eine Abbruchstelle zwischen Deckel und Urne ist deutlich wahrzunehmen und unterscheidet sich von den benachbarten Mittellamellen beider Ringzellen dadurch, dass hin und wieder ein kleiner Einschnitt an dieser Stelle der Epidermis zu erkennen ist; auch ist immer ein Abreissen des Deckels an dieser Stelle zu beobachten (Fig. 19a).

Der Inhalt des Ringes besteht ohne Zweifel zum grossen Theile aus Schleim, wie das stark contrahirte Protoplasma und die Färbung erkennen lässt. Dieselbe erstreckt sich niemals auf die benachbarten Zellen, so dass auch hier diese Methode in Fällen, wo die Ringzellen nicht so scharf ausgeprägt sind, ein treffliches Mittel zu ihrer Erkennung abgibt.

Die Verbindungungszellen sind ziemlich gut charakterisirt. Sie bilden eine oder zwei Reihen starkwandiger Zellen, welche mit dem

Peristom in Verbindung stehen. Das letztere ist an seiner Basis ziemlich breit und verläuft rasch in eine feine Spitze. Seine doppelte Schichtung ist trotz der gleichmässig dunklen Färbung deutlich erkennbar.

Grimmia (Fig. 20).

Der Bau dieser Kapsel zeigt in manchen Stücken eine grosse Aehnlichkeit mit dem von Orthotrichum, was schon durch die nahe Verwandtschaft beider Gattungen hervorgeht. Immerhin sind aber besonders im Ringbau nicht unwesentliche Abweichungen zu bemerken. Der Annulus tritt hier sehr zurück und zeigt sich nur als eine kleine Zelle von unregelmässiger Gestalt, nicht selten von einer Anzahl dünner Quermembranen in eine Reihe kleiner Parcellen getheilt. Sein Inhalt besteht wohl zum Theil aus Schleim, dessen Menge aber nicht sehr wesentlich sein kann, da seine Färbung meist nur sehr schwach ausfällt, manchmal fast gar nicht bemerkbar ist. Nicht selten zeigen die benachbarten Zellen ein ganz ähnliches Verhalten, so dass die Natur dieser Ringzelle als schleimführendes Organ mindestens noch fraglich erscheint. Einen hervorragenden activen Antheil beim Oeffnen der Kapsel hat sie wohl kaum; desto mehr nimmt die ganze Kapselwand unser Interesse in Anspruch, da in ihrem Aufbau gleichsam ein Ersatz für die reducirte Ringzelle zu suchen ist. Beim ersten Anblick fällt uns die grosse Differenz in der Dicke der Kapselwand auf. Während die Zellen, welche das Operculum aufbauen, die dreifache Breite ihrer Länge erreichen, werden die Wandzellen der Urne in ihrem obersten Saum höchstens doppelt so breit und nehmen nach unten sehr rasch an Breite ab, so dass die Kapselwand nach sechs bis acht Zellen ungemein dünn wird und höchstens den vierten Theil der Dicke des Operculums erreicht. Hierzu kommt noch, dass die Wände der Ringzelle und die darunter liegenden der Kapselwand selbst sehr dünn sind, so dass die Differenz in der Gewebspannung der ganzen Kapselwand eine sehr bedeutende sein muss. Eine ungleiche Färbung in den Zellenwänden beider Theile und dadurch etwa bedingte verschiedene Festigkeit ist dagegen nicht zu bemerken, jedenfalls ist sie nicht auffallend. Die ungleiche Widerstandsfähigkeit der Gewebe scheint hier allein durch die Dicke der Kapselwand bedingt zu sein. Eine Abbruchstelle ist bei aufsitzendem Deckel nicht deutlich zu erkennen, wenigstens würde sie sich nicht von den Mittellamellen unterscheiden, welche hier an zahlreichen Stellen auf der Epidermis zu erkennen sind. Sicher ist jedenfalls, dass die Trennung regelmässig an der

Ringzelle stattfindet. Dieselbe ist in Fig. 20 mit a bezeichnet. Die Verbindungszellen bieten wenig Bemerkenswerthes, sie bilden eine doppelte Reihe ziemlich starkwandiger Zellen.

Die ganze Einrichtung der Kapsel bestätigt auch hier wieder die Erfahrung, welche schon bei Fissidens zutreffend gewesen, dass bei Rückbildung der Ringzellen die Differenz in der Gewebespannung zunimmt, so dass dem Ringe selbst durch die Quellbarkeit des Schleimes nur noch eine untergeordnete Bedeutung zuerkannt werden muss. Vielleicht fällt ihm unter solchen Umständen nur noch die Aufgabe zu, beim Eintrocknen der Kapsel durch Festhalten der Feuchtigkeit die Gewebespannung zu erhöhen; dass er in dieser speciellen Wirksamkeit noch von benachbarten Zellen unterstützt würde, kann nicht auffallend sein, jedenfalls ist es sehr wahrscheinlich, wenn keine Täuschung vorlag, dass der Inhalt einiger Randzellen der Urne bei Grimmia ebenfalls nicht frei von Schleim ist.

Bartramia (Fig. 21).

Eine ziemlich abgesonderte Stellung im Aufbau des Ringes nimmt die Gattung Bartramia mit ihren zahlreichen Arten ein. Es wurden deren drei untersucht und in ihren anatomischen Verhältnissen keine nennenswerthen Unterschiede vorgefunden. Das Operculum dieser kugeligen Kapseln ist klein und erinnert in seinem Verhältniss zum ganzen Sporogonium einigermassen an Funaria. Es wölbt sich ein wenig aus der Kugeloberfläche hervor, so dass eine deutliche Einschnürung in der Ringlage zu erkennen ist. Der Längsschnitt durch durch die Kapsel zeigt auch, dass gerade an dieser Stelle die Ringzellen zu suchen sind. Es sind dies deutlich ausgebildete Zellen, deren Lage und Beschaffenheit keinen Zweifel erregen kann, dass ein Ringgebilde bei dieser Gattung in der That vorhanden ist. Schimper stellt in der Bryol. europ. das Vorhandensein desselben in Abrede, während Limpricht wenigstens der B. pomiformis einen deutlichen Ring zuerkennt.

Die Gestalt der Ringzellen, deren hier gewöhnlich drei bis vier vorhanden sind, hat kein Analogon aufzuweisen, höchstens könnte man ihnen nach ihrer Gestalt einige Aehnlichkeit mit denen von Dicranum zusprechen. Der Annulus besteht aus breiten, plattgedrückten Zellen von ziemlich unregelmässiger Gestalt. Nicht selten ist die eine oder die andere von ihnen durch eine dünne Membran halbirt. Die Trennungswände der einzelnen Ringzellen sind bedeutend dünner als die Epidermzellen der Kapsel. Oberhalb des Ringes, also

die Wandzellen des Deckels, sind dieselben sehr gross und starkwandig und bis zum unteren Rande an Grösse nicht verschieden. Die Randzellen der Urne dagegen gleichen an Gestalt noch sehr den eigentlichen Ringzellen, sind vielfach gekrümmt und etwas platt gedrückt, erreichen dann aber bald die ansehnliche Grösse der übrigen Wandzellen mit beinahe quadratischem Lumen.

Die Ringzellen sind weiterhin bezeichnet durch die Beschaffenheit der Cuticula an dieser Stelle. Dieselbe nimmt in der Breite des Ringes eine dunkelbraune Färbung und jedenfalls grössere Festigkeit an, während die übrige Epidermis eine gleichmässige, weitaus hellere Färbung aufweist.

Die auffallendste Erscheinung in dem Ringsystem der Bartramia ist die Ausdehnung und Grösse der Verbindungszellen. Eine Anzahl von etwa 9—12 grossen, fast rechteckigen Zellen erstreckt sich von dem Urnenrande bis zum Grunde des etwas entfernt liegenden Peristoms und bildet, da seine Zellwände eine ansehnliche Stärke erreichen, um die Mündung der Kapsel ein jedenfalls sehr widerstandsfähiges Gerüst. Der ganze Raum zwischen dem Deckel und dem Peristom wird durch äusserst dünnes Netzwerk eines grosszelligen Gewebes ausgefüllt. Dasselbe ist vollständig erhalten nur bei jüngeren Individuen zu finden, bei ausgereiften Kapseln ist es vielfach zerrissen und ganz fehlend.

Was den Inhalt der Ringzellen anbelangt, so ist wohl nach Behandlung mit Alkohol der Plasmainhalt stark contrahirt, doch ist bei Anwendung von Fuchsin oder Hämatoxylin von einer stärkeren Färbung nichts zu bemerken, jedenfalls ist der Schleiminhalt dieser Zellen nicht nennenswerth. Quellungserscheinungen konnte ich ebenfalls gar keine beobachten. Eine geringe Anzahl von Stärkekörnern in den Zellen der Kapselwand und des Ringes kann ebenfalls nicht mit Bestimmtheit auf einen Schleiminhalt hindeuten. Wir müssen demnach die Wirksamkeit des Ringes weniger nach dieser Richtung hin suchen, als vielmehr in den mechanischen Verhältnissen, unter denen das ganze Gewebe der Kapsel in dieser Region aufgebaut ist. Ein Eintrocknen der reifen Kapsel würde bei der Befestigung des Urnenrandes einerseits durch grössere Elasticität der Epidermis an dieser Stelle, andrerseits durch ein festes Gitterwerk verdickter Verbindungszellen zunächst natürlich nur den Deckel beeinflussen und durch sein Zusammenziehen, das durch nichts behindert wird, ein Losreissen von den Ringzellen zur Folge haben. Dass die letzteren Schleim führen mussten, um diessen Effect zu erreichen, oder auch nur zu unterstützen, scheint mir gar nicht unbedingt nöthig zu sein. Es genügt in

diesem Falle, dass der Ring eine Stelle zartwandiger Zellen in der Kapselwand vorstellt, welcher der Beweglichkeit des Deckelrandes nicht hinderlich ist. Dies ist in vorliegendem Falle auch ersichtlich.

Pottia (Fig. 22).

Die einzelnen Arten dieser Gattung weisen untereinander eine bemerkenswerthe Verschiedenheit auf, indem bei den einen das Peristom wohlausgebildet vorhanden ist, z. B. P. cavifolia, bei andern rudimentär, und wie bei P. truncata äusserlich gar nicht wahrnehmbar ist. Diese Verschiedenheit in ihrer Ausbildung mag wohl die Art und Weise des Aufspringens der Kapsel in gewisser Weise modificieren, doch kann ich Bestimmtes darüber nicht aussagen, da mir von dieser Gattung nur die P. truncata zu Gebote stand. Dieselbe verdient aber um dessentwillen den Vorzug, als wir bei dem Mangel des Peristoms wesentliche Aenderungen im Vorgang des Aufspringens erwarten dürfen. In der That zeigt uns dieses Beispiel, wie wenig angemessen es ist, die Ursache des Oeffnens allein dem Ring zuschreiben zu wollen, sondern dass hierbei noch sehr verschiedene Factoren hinzutreten.

Untersuchen wir den Längsschnitt durch die gewöhnlich sehr kleinen aufrechtstehenden Kapseln, so wird uns zunächst nur auffallen, dass der Deckel ziemlich flach und seine Verbindungsstelle mit der Urne durch eine meist scharfe Biegung in der Kapselwand angedeutet ist. (Ausnahmen, dass der Deckel spitz ist und die Biegung nicht sehr scharf hervortretend, sind nicht selten zu verzeichnen.) An dieser Krümmung nun müssen wir den Annulus suchen. Derselbe entzieht sich durch seine wenig auffallende Gestalt einer sofortigen Wahrnehmung, indem die Zellen an dieser Biegung alle von nahezu gleicher Gestalt und Grösse sind. Erst eine genauere Untersuchung lehrt die Ringzellen von den übrigen unterscheiden. Es ist gewöhnlich nur eine, zuweilen auch zwei Zellen vorhanden, welche aber nicht selten durch eine dünne Querwand in zwei nebeneinanderliegende grössere und kleinere Hälften zerlegt wird. Der äussere Theil nun schiebt sich derart in die Cuticula der Kapsel ein, dass dieselbe hier schliesslich nur die Dicke einer schwachen Membran erhält und dieser Theil der Oberhaut wird noch durch eine deutliche Spalte getrennt. Wir sehen also hier die Verbindungsnaht zwischen Deckel und Urne. Die übrigen benachbarten Zellen des Ringes sind von ähnlicher Gestalt, ziemlich unregelmässig, etwas gekrümmt und deutlich convergent angeordnet. Keine von ihnen aber steht in ähnlicher Weise mit der Aussenwelt

in Verbindung, wie diese eigentliche Ringzelle. Was ihren Inhalt anbetrifft, so sehen wir wiederum besonders in der Ringzelle das Plasma stark contrahirt und die Wirkung der Farbstoffe tritt hier sehr auffallend hervor. Selbst da, wo das Reagens nur verdünnt angewandt wurde, so dass das übrige Gewebe von ihm noch gänzlich unbeeinflusst war, hatte die Ringzelle dasselbe mit grosser Begierde aufgenommen (Methylenblau, Fuchsin und Hämatoxylin gaben die besten Resultate). Bei etwas stärkeren Lösungen wurde die Zelle ganz undurchsichtig, ein Beweis dafür, dass der Schleiminhalt ein ungewöhnlich grosser sein muss. Dagegen gelang es mir nicht, Quellungserscheinungen zu beobachten, welche eine Veränderung der Zellgestalt herbeiführten, jedoch konnte ich wahrnehmen, dass der Ring sich in kleinen Stücken von der Urne beim Aufspringen ablöst, ein Umstand, der jedenfalls doch mit Quellungserscheinungen zusammenhängen muss. Ueber das innere sehr lockere Gewebe der Kapsel ist wenig zu bemerken, einige stärkere Zellwände vermitteln seinen Zusammenhang mit den Kapselwandzellen und könnten somit an das Verbindungsgewebe mit dem Peristom erinnern. Ein solches wenigstens in seiner Anlage aufzufinden, gelang mir unter den zahlreich untersuchten Kapseln nur in einem einzigen Falle. Der Querschnitt einer solchen in der Höhe des Ringes zeigte in dem Parenchymgewebe im Kreise gestellt, nicht weit von der Kapselwand theils in regelmässigen Abständen, theils verschmolzen eine Reihe von Verdickungen der Zellwände von ganz ähnlicher Gestalt, wie die quergeschnittenen Zähne eines Peristoms. Sie waren indessen fast farblos und auf einzelnen eine feine Querstrichelung zu erkennen. Ihre Anzahl schätze ich auf 32, da sie keineswegs so scharf von einander getrennt waren, um eine genaue Zählung zu gestatten. Ich habe mich bemüht, bei anderen Exemplaren eine ähnliche Erscheinung aufzufinden, doch waren alle Untersuchungen vergebens, was schon desshalb zu bedauern ist, als mir so das „Peristom“ in seinem Längsschnitte unbekannt bleiben musste. Da die nächsten Verwandten der Pottia truncata meist ein wohl ausgebildetes Peristom aufweisen, so erscheint mir die angeführte Thatsache nicht allzu merkwürdig, viel mehr wundert es mich, dass dieser Fall nur so selten aufzutreten scheint. Die Annahme, dass es sich vielleicht bei diesem Exemplar um eine andere Species als P. truncata handeln könne, ist wohl zu verwerfen, da die Pflanze aus einem dichten Rasen von P. truncata entnommen und von den andern nicht im Geringsten abweichend gestaltet war.

Betreffs des Oeffnens der Kapseln von Pottia bin ich zu folgenden Resultaten gelangt. Nach dem Aufspringen bemerkt man, wie die Sporenmasse aus der Urne etwas herausgetreten ist und der abgesprengte Deckel sich noch in derselben Lage befindet, wie vorher, nur ein wenig emporgehoben. Die Sporenmasse haftet ziemlich fest zusammen, ohne dass ich als Ursache irgend ein Bindemittel entdecken konnte. Doch sind die Sporen mit zahlreichen Papillen besetzt, wodurch diese Erscheinung einigermaassen erklärt wird. Der Deckel fällt nun nach einiger Zeit vollends von der Kapsel und die Sporen zerstreuen sich allmählich. Die Ursache eines solchen Vorganges kann nur in einer Zusammenziehung der ganzen Kapsel zu suchen sein, und vorgenommene Untersuchungen der geschlossenen und geöffneten Kapsel bestätigen die Richtigkeit dieser Voraussetzung. Dabei zeigte sich, dass der Rand der Urne der grössten Spannnng ausgesetzt war und das Bestreben zeigte, sich einwärts zu krümmen. Dasselbe Verhalten zeigte der Deckelrand in noch grösserem Maasse, so dass an der Verbindungsstelle beider Theile eine nicht unbedeutende Spannung herrscht, die im Reifezustand der Kapsel zu einem Abspringen des Deckels führen muss. Die Ringzellen lösen sich dabei als kleine zusammenhängende Stückchen ab. Eine Reihe von Messungen zeigt, dass die Stärke der Zusammenziehung der Kapseltheile immer eine ziemlich absolute ist, unbeschadet der Grösse des Sporogoniums, so dass der Spannungscoefficient mit der Grösse der Kapsel ab- resp. mit ihrer Kleinheit zunimmt. Im Mittel beträgt derselbe für den Urnenrand annähernd 1,08, für den Deckelrand etwa 1,14.

Kapsel geschlossen Durchmesser d.	Kapsel geöffnet Randes von		Spannungscoefficient	
Urna + Opercul.	Urna	Operc.	Urna	Operc.
820 μ	750 μ	720 μ	1,09	1,14
840	775	740	1,08	1,14
750	700	650	1,07	1,15
700	650	600	1,07	1,16
950	875	850	1,08	1,12
750	700	650	1,07	1,15
650	600	550	1,08	1,18
900	850	800	1,06	1,12
1000	950	900	1,05	1,11

Das Einrollen des Urnenrandes vertritt auch hier gewissermaassen die Stelle des fehlenden Peristoms und schützt die Sporenmasse vor

einem plötzlichen Heraustreten. Das durch die aufrechte Stellung der Kapsel begünstigte Aufliegen des Operculums mit seiner breiten Basis kann diesem Zwecke nur förderlich sein.

Physcomitrium.

Diese Gattung zeigt in ihrer äussern Form und besonders in ihrem innern Aufbau eine so überraschende Aehnlichkeit mit der vorigen, dass zu ihrer Erläuterung kaum etwas hinzugefügt werden braucht. Nur ist es hier die Regel, dass der Ring aus zwei Zelllagen besteht, während bei der Pottia gewöhnlich nur eine vorhanden ist. Auch was von Pottia über die Färbung der Ringzellen gesagt wurde, findet bei Physcomitrium seine Wiederholung. Die ganze Pflanze gleicht in allen Theilen einer vergrösserten Pottia und wenn wir den Ring als ein Charakteristicum der Verwandtschaft zwischen Laubmoosen betrachten wollen, wozu wir nach den vorausgegangenen Untersuchungen wohl berechtigt sind, so wäre es viel angemessener, diese Gattung den Pottiaceen zu unterstellen, als den Funariaceen. Diese Uebereinstimmung mit Pottia wurde übrigens schon früher erkannt, indem dieses Moos bereits im vorigen Jahrhundert als Pottia pyriformis bekannt war. Ein Peristom ist auch hier nicht vorhanden, auch von der Anlage eines solchen konnte ich nichts auffinden. Versuche über die Art und Weise des Oeffnens dieser Kapsel konnte ich nicht vornehmen, da dieselben noch zu jung waren. Der ganz gleiche Aufbau aber des Ringes lässt mich wohl nicht mit Unrecht vermuthen, dass das Aufspringen in derselben Weise von statten geht, wie bei Pottia truncata. Grössere Wahrscheinlichkeit gewinnt dies noch durch das Auftreten von Schleim in den Kapselwandzellen, der allerdings in weitaus geringerer Quantität auftrat als in den eigentlichen Ringzellen und nur durch eine, wenn auch schwache Färbung nachzuweisen ist. Ein geringer Schleiminhalt der Wandzellen würde aber eine Bestätigung dafür liefern, dass sich die letztere zusammen zu ziehen befähigt wäre, besonders am oberen Rande, indem bei der ziemlich starken Cuticula beim Eintrocknen eine innere und äussere Spannung in der Kapselwand auftreten würde. Eine gleiche Wahrnehmung konnte ich bei der Pottia nicht machen, wenigstens was eine stärkere Färbbarkeit der Kapselwandzellen betrifft; doch bemerkte ich nicht selten, dass ihr Plasma stark contrahirt war, was auf eine gleiche Eigenschaft der Wandzellen hinzudeuten scheint. Ein Zusammenziehen der ganzen Kapsel liesse sich aus diesem Umstande allein befriedigend erklären. Das starke Einbiegen des Randes

findet ihre Deutung am besten wohl in der grösseren Spannung der Ringzellen. Die Sporen dieser Gattung sind auch hier mit granulirter Oberfläche versehen, so dass auch sie die Fähigkeit haben, zusammenhängende Massen zu bilden, was einer Aussaat im Sinne der Pottia entsprechen würde.

Polytrichum (Fig. 23).

„Das Genus Polytrichum", sagt Lantzius-Beninga mit Recht, „scheint mit seinen Verwandten in der Familie der Moose in Beziehung auf den oberen Theil seiner Kapsel ganz isolirt dazustehen. Die Gestalt, der Bau seiner Peristomzähne, das Auftreten einer dieselben verbindenden, die Spitze der Kapsel verschliessenden, eigenthümlichen Membran, das Epiphragma sind Erscheinungen, welche sich bei oberflächlicher Betrachtung nicht auf die bisher an den übrigen Moosgattungen beobachteten zurückzuführen lassen scheinen". Nach einer Besprechung des unteren Theiles der Kapsel gibt der Autor eine genauere Darstellung der eigenthümlichen Peristomverhältnisse bei Polytrichum, ohne auf den Ring näher einzugehen und nach der sonst sehr klaren Abbildung, welche er von Pol. piliferum im Längsschnitte gibt, hat er eine eigentliche Ringzelle nicht gesehen oder, da er an einer Stelle von einem „Ring" spricht, möglicherweise einen in der Figur besonders markirten Zellcomplex dafür gehalten. In Wirklichkeit ist eine deutliche Ringzelle vorhanden, wie aus der Untersuchung von Pol. juniperinum, commune und piliferum hervorgeht. Auch Schimper und Limpricht kennen einen einzelnen Annulus. Diese Ringzelle ist in vielen Fällen von den grossen Nachbarzellen des Deckels, an dessen Grunde sie, zugleich den Urnenrand abschliessend, sich befindet, etwas schwer zu unterscheiden und dann nur durch geeignete Färbemittel zu erkennen. In der Regel jedoch ist sie durch ihre abgerundete Gestalt und ihren sehr feinkörnigen Inhalt als eine abweichende Zelle zu erkennen. Der Umstand ferner, dass die Cuticula des Operculums an dieser Stelle, wo sie die Zelle umschliesst, sehr dünn wird, spricht dafür, dass wir in diesem Organ den eigentlichen Annulus vor uns haben. Unterhalb dieser Zelle schliessen sich sofort die dickwandigen, getüpfelten Wandzellen der Urne an. Letztere bilden an dieser Stelle die Aussenschicht eines Gewebes dickwandiger Zellen mit ovalem Lumen, welche gegen das Peristom hin immer kleiner und länglicher werden und das Aussehen eines in die Länge gezogenen Netzes zeigen. Schliesslich gehen sie in die langgestreckten Faserzellen des Peristoms über. Wir haben also in diesem Zell-

complex eine analoge Erscheinung der Verbindungszellen der oben besprochenen Moose vor uns. An die Spitze der Peristomzellen schliesst sich dann das Epiphragma an, welches die Kapselmündung nach dem Abfallen des Deckels verschliesst. Seine plattgedrückten Zellen sind durch eine dichte Granulirung etwas verdickt. Diese körnige Beschaffenheit erstreckt sich auch auf die oberen und unteren Peristomzellen und theilt sich sogar den Zellen des Deckels in dieser Region bis zum Ringe mit.

Die Gestalt und Entstehung der Peristomzähne bei den Polytrichaceen ist sehr bemerkenswerth. In ausgewachsenem Zustande sehen wir, dass sie aus einer Anzahl langgestreckter Zellen bestehen, welche an ihrer Spitze und am Grunde derart gekrümmt sind, dass daraus fingerförmige Gebilde mit gleichen Zwischenräumen hervorgehen. Ein jeder solcher Peristomzahn ist von einer Mittellinie durchzogen, von welcher beiderseits, gewöhnlich alternirend, die Begrenzungslinien seiner einzelnen gekrümmten Zellelemente anschliessen. Ein Querschnitt durch ein sehr jugendliches Stadium von Polytrichum zeigt, dass an Stelle dieser hufeisenförmigen Zellen sich ein Kreis von geradwandigen befindet, welche durch gekrümmte Theilungswände derart zerlegt sind, dass sie die Gestalt des ausgebildeten Peristomzahnes bereits andeuten.

Der Zwischenraum, den zwei benachbarte Peristomzähne bilden, wird noch lange Zeit von Zellmembran ausgefüllt, so dass an dieser Stelle Deckel und Urne nur durch eine gewundene Naht getrennt werden und beiderseits fingerförmige Zellen abwechselnd in einander greifen. Erst später verschwinden diese gekrümmten Zellen zwischen den ausgebildeten Peristomzähnen. Auf diesen ist die angedeutete Mittellinie nichts anderes, als die ursprüngliche Zellwand. Diese Verhältnisse beobachtet man am besten auf einem zur Hauptachse der Kapsel etwas geneigten Schnitte, damit das Peristom tangential getroffen wird.

Die Anlage des Epiphragmas als eine Grenzschicht zwischen Deckel und Urne ist bereits in sehr jungen Stadien, wenn die Gestalt der Kapsel noch nicht angedeutet ist, als eine dichtere Zelllage, welche die Spitze des späteren Sporogons quer durchzieht, zu erkennen.

Was den Inhalt der Ringzellen betrifft, so besteht er grösstentheils aus Schleim. Derselbe nimmt mit grosser Begierde Anilinfarbstoffe, besonders Methylenblau auf, so dass die Zelle vielfach ganz undurchsichtig wird. Bei Anwendung sehr verdünnter Farbstofflösungen

tritt eine eigenthümliche Schichtung des Schleimes hervor, die in vielen Fällen recht deutlich ist, in andern ganz ausbleibt. Ich erwähne die Erscheinung an dieser Stelle besonders, weil sie beim Schleim der Buxbaumia aphylla in besonders hohem Grade auftritt und möglicherweise noch weiter verbreitet ist. Bei der Färbung der Schleimzellen nimmt man ferner wahr, dass die grossen dünnwandigen Zellen, welche das Operculum aufbauen, von dem Farbstoff ebenfalls beeinflusst worden sind. Wenn es auch bei weitem nicht in so hohem Grade geschieht, wie bei den Ringzellen, so ist es doch nicht zu übersehen, dass die Zellen des Deckels ebenfalls schleimführend sind. Auch ihr Plasmainhalt ist gewöhnlich stark contrahirt. Aus dieser Thatsache lassen sich nun einige Schlüsse auf die Art des Vorganges beim Oeffnen der Kapsel machen. Durch das Vorhandensein von Schleim in den Zellen des ganzen Operculums scheint dasselbe weit mehr vor dem Austrocknen geschützt als die Urne, bei welcher bereits durch die einwärts gekrümmten Wände und die grossen Hohlräume um den gewundenen Sporensack ein Zusammenfallen in diesem Sinne vorgezeichnet ist. Auf diese Weise würde leicht ein Abreissen der Urne vom Deckel, welcher infolge einer dadurch bestehenden grösseren Beständigkeit dem Zuge nicht Folge leistet, zu stande kommen. Ein Ablösen des Ringes selbst konnte ich nicht beobachten und erscheint auch überhaupt fraglich, da er einen Theil des Deckels bildet und in denselben fest eingefügt ist. Vielleicht besteht seine Aufgabe nur darin, dem Theile des Operculums, welcher dem Zuge des Urnenrandes am meisten ausgesetzt ist, vermöge seines grösseren Schleiminhaltes und damit verbundenen Festigkeit eine bedeutendere Widerstandsfähigkeit zu verleihen. Die weitere Ablösung des Deckels geschieht durch Zerreissen der gegen das Peristom hin sehr zartwandigen Zellen, wobei, wie Lantzius-Beninga will, die Körnelung derselben eine Rolle spielen kann, indem die Zellwände dadurch spröder würden. „Sie“ (diese körnige Verdickung nämlich), sagt der Autor, „scheint immer in den Zellen sehr spät aufzutreten; es scheint gewissermaassen die Absonderung dieser Schicht der letzte Lebensakt derselben zu sein, nach dessen Eintreten sie absterben, spröde werden und leicht zerreissen, denn immer sind es die in dieser Weise verdickten Zellen, welche bei (ja vor) dem Abfallen des Deckels zuerst zerfallen.“

Pogonatum (Fig. 24).

Der anatomische Bau von Pogonatum gegenüber Polytrichum weist eine Reihe sehr wesentlicher Abweichungen auf. Die auf-

fallendsten sind der glatt anliegende, nicht gewundene Sporensack und die Bildung seines Ringes. Zunächst vermissen wir die Wölbung des Deckels über den Rand der Urne. Die Kapsel spitzt sich vom Urnenrande ab gleichmässig zu, ohne dass die Ringgegend besonders charakteristisch hervorträte. Eine Ringzelle, ähnlich wie bei Polytrichum, ist nicht vorhanden; statt dessen bemerkt man, wie die Randzellen der Urne und der Kapsel immer kleiner werden und sich schliesslich in einer Zelle vereinigen, welcher man erst nach dem Abreissen des Deckels, das stets unterhalb dieser Zelle erfolgt, eine Zugehörigkeit zum Deckel zusprechen kann. Diese Ringzelle erinnert durch ihr Verhalten in etwas an die Kapsel von Fissidens; auch hier haben wir analoge Verhältnisse kennen gelernt. Der Ring stellt sich durch die Verdünnung der Kapselwand vielmehr als eine blosse Abbruchstelle dar, und die Differenz der Gewebespannung wird viel eher durch die verschiedene Beschaffenheit der Cuticula herbeigeführt, indem der zum Deckel gehörige Theil sich durch eine tiefere Färbung und jedenfalls grössere Festigkeit vor dem Urnenrande auszeichnet. Ein besonders auffallender Schleiminhalt war durch Färbung nicht nachzuweisen. Um so eigenthümlicher ist das Operculum construirt. Das lockere, dünnwandige Gewebe, welches das Innere desselben bildet, verändert an der Oberfläche plötzlich seine Struktur und stellt sich als ein Gewebe dar, dessen Zellen bedeutend vergrössert, von prismatischer Gestalt und mit ihrer Hauptachse gegen die Cuticula, radial gerichtet sind. Die Färbung erweist ausserdem, dass ihr Inhalt durchweg von Schleim erfüllt ist, was auch von dem tiefer liegenden Gewebe, nur in schwächerem Grade, gilt. Wir haben hier also ganz ähnliche Verhältnisse vor uns, wie bei Polytrichum und was dieses durch die Grösse und Gestalt seines Deckels an Festigkeit erreicht, könnte bei Pogonatum durch die auffallende Lagerung grosser, regelmässiger Zellen in der Oberfläche eines weitaus kleineren Deckels seine Wiederholung finden. — Die sonstige Einrichtung der Kapsel stimmt sehr mit Polytrichum überein.

Die Verbindungszellen, wenn wir diese hier so nennen dürfen, zeigen dieselbe Anordnung und Eigenthümlichkeiten, und ebenso ist das Peristom nicht abweichend gebaut. Seine Zähne sind aus ebenso gebogenen Zellen zusammengesetzt und tragen an ihrer Spitze das Epiphragma, dessen Spuren sich in einer feinen Granulirung der Zellwände bis zur Ringzelle verfolgen lassen. Auch hier wäre in der Erklärung von Lantzius-Beninga über diese körnige Beschaffenheit eine Deutung für ihr Vordringen bis an die Oberfläche der Kapsel zu suchen.

Das Aufspringen wird nach der grossen Aehnlichkeit mit Polytrichum in gleichen mechanischen Ursachen zu suchen sein. Eine Abrissstelle konnte ich bei aufsitzendem Deckel nicht mit Sicherheit nachweisen, da die an dieser Stelle sehr hervortretenden Mittellamellen zu Täuschungen Anlass geben können. Bei geöffneter Kapsel hingegen fand sich die Bruchstelle constant unter der kleinsten Zelle oder nicht selten auch unter der nächstfolgenden, welche in Fig. 24 mit a angedeutet ist.

Catharinea (Fig. 25).

Zeigten schon die beiden vorigen Gattungen in ihrem Ringbau sehr erhebliche Abweichungen, so gilt dies in noch höherem Grade in Bezug auf Catharinea, welche in dieser Hinsicht mit den beiden andern gar keine Aehnlichkeit aufweist. Schon der sehr abweichende Bau der ganzen Kapsel mit ihrem langgeschnäbelten Deckel und der ungemein stark ausgeprägten Ringgegend lässt dies vermuthen. Der Annulus tritt hier bei noch nicht reifen Kapseln als ein dicker rothbrauner Wulst hervor, der in diesem Zustande bereits eine ausserordentliche Festigkeit verräth. Ein Längsschnitt durch die Kapsel zeigt, dass das ganze Ringsystem sich aus einem Gerüst nahezu quadratischer Zellen mit festen Wänden zusammensetzt. Die Regelmässigkeit ihrer Anordnung macht diesen ganzen Complex sehr auffallend, indem die Zellen eine gewisse radiale Richtung aufweisen, wonach die zusammenstossenden Zellwände, welche senkrecht zur Hauptachse der Kapsel liegen, von einem entfernt liegenden Punkte ausserhalb des Ringes auszustrahlen scheinen. Von diesen kleinen Zellen liegen in der Regel in drei oder vier Lagen vier oder fünf neben einander, dann folgt eine oder zwei Lagen mit drei Zellen, später mehrere mit zwei und schliesslich nur noch eine. Je tiefer die Lage ist, desto mehr strecken sich die Zellen in der Richtung der Kapselwand in die Länge und nehmen eine rhombische Gestalt an, wodurch dann die radiale Anordnung der Zellwände, besonders weiter unten sehr deutlich wird. Gegen das Innere der Kapsel bleiben die Zellen ebenso starkwandig, werden aber plötzlich sehr viel grösser, langgestreckt und unregelmässig und sind in dieser Beschaffenheit als die bekannten Verbindungszellen zu betrachten. Je weiter diese in die Gegend des Sporensackes rücken, desto grösser werden sie und bilden schliesslich ein sehr lockeres zartwandiges Gewebe.

Das Peristom ist nicht abweichend von Pogonatum und Polytrichum gebaut, ebenso zeigt sich das granulirte Epiphragma und die

körnige Beschaffenheit der Zellwände bis nahe an die Kapselwand in derselben Weise, wie bei vorigen Gattungen.

Der Inhalt der kleinen Zellen besteht zum grössten Theil aus Plasma, das nur wenig contrahirt ist. Ebenso ist, nach dem geringen Einfluss einer Färbung zu schliessen, der Schleiminhalt dieser Zellen nur ein geringer. Eine bestimmte Abbruchstelle des Deckels von der Urne konnte ich nicht ermitteln, da die ganze Cuticula an dieser Ringstelle von zahlreichen Mittellamellen durchsetzt ist, unter welchen sich nicht leicht eine Trennungsnaht herausfinden lässt. Dagegen lässt sich bei bereits aufgesprungenen Kapseln, selbst wenn sie schon völlig trocken sind, noch immer der Ringwulst am Rande der Urne erkennen, wonach also die Abrissstelle über demselben liegen muss. Diese Thatsache könnte man schon nach dem, was über die körnige Beschaffenheit der Zellwände an dieser Stelle gesagt wurde, schliessen. Diese Abbruchstelle weist aber keine besonderen Eigenthümlichkeiten auf, höchstens sind hier die Zellwände noch etwas mehr verdickt, doch scheint mir eben dieser Theil noch dem Deckelrande anzugehören. Ein Aufspringen würde bei der Einrichtung dieses Ringsystems nach ähnlichen Gesetzen zu stande kommen, wie bei den vorigen Gattungen, indem ein stabiler Theil, in diesem Falle das Zellgerüst des Ringes, und ein weniger widerstandsfähiger, hier der langgeschnäbelte Deckel, im Gegensatz stehen. Was dort durch reichlichen Schleiminhalt an Festigkeit und Elasticität erreicht wird, bezweckt hier ein eigenthümlicher Aufbau kleiner und festwandiger Zellen. In jenem Falle besitzt der Deckel die grösste Festigkeit, hier der Urnenrand. Der ganze Mechanismus bietet eine analoge Erscheinung, wie sie etwa bei Barbula tortuosa und fallax besteht.

Tetraphis pellucida (Fig. 26 und 27).

Der anatomische Bau des Sporogons dieser Gattung ist nicht allein durch die Beschaffenheit seiner Peristomzähne, wie Lantzius-Beninga hervorhebt, sondern noch in manch anderer Beziehung höchst merkwürdig: Die ganze Famile ist unter den Laubmoosen eine abnorme Erscheinung, so dass sie wohl kein Analogon aufzuweisen hat. Die Aufmerksamkeit hat Tetraphis von jeher weit mehr durch das eigenthümliche Peristom, als durch die Art und Weise, wie sich seine Kapsel öffnet, auf sich gezogen. Und doch ist auch diese gänzlich abweichend von den andern Moosen, welche hier untersucht wurden.

Die ganze Einrichtung hierzu ist jedenfalls höchst einfach und lässt den ganzen künstlichen Ringbau, welcher die übrigen Laubmoose auszeichnet, völlig vermissen. Der Längsschnitt durch die Kapsel zeigt, dass eine Reihe von gleichmässigen rechteckigen Zellen von der Spitze bis nahe gegen den Sporensack hin den Deckel selbst bilden. An einer Stelle, welche sich in der festeren Beschaffenheit der Cuticula offenbart (Fig. 26 a), werden diese Zellen schmaler und länger und bilden so den Rand der Urne, so dass also ein ganz gleichmässiger Uebergang von den Zellen des Deckels in die der Urne stattfindet. Nur die dickere Oberhaut und ihre plötzlich hellere Färbung macht den Gegensatz beider Theile etwas deutlicher. Selbst was den Inhalt der Zellen anbelangt, zeigt sich an dieser Stelle kein Unterschied. Von der Spitze des Deckels, bis etwas unterhalb der angegebenen Trennungsstelle zeigt eine einfache Untersuchung, dass sie reichlich mit Schleim erfüllt sind. Seine Bestimmung ist aber hier eine andere, als wir dies bei den Polytrichaceen sehen. Derselbe ist hier nämlich in hohem Grade quellungsfähig, so dass ein Oeffnen der Kapsel dadurch zustande kommt, dass nach Auftreten einiger Risse das ganze Operculum sich in einzelnen Fetzen gegen die Spitze hin abrollt. Bei derartigen Individuen, welche den Deckel abgeworfen haben, bemerkt man ferner, dass auch der Urnenrand vermöge der gleich construirten Zellen an dieser Thätigkeit theilgenommen hat. Man sieht alsdann die Kapselwand in einzelnen Stückchen am Rand zerrissen und die Cuticula etwas abstehen. Weiter unten haftet sie indessen noch fest an zum Beweise, dass diese Zellen keinen Schleiminhalt mehr aufweisen. Dieser ganze Vorgang, so einfach er an sich auch ist, bietet aber immerhin noch gewisse Schwierigkeiten in der Erklärung dafür, auf welche Weise dieser Process eingeleitet wird. Selbst reife, geschlossene Kapseln, welche vorher in feuchter Atsmosphäre verweilt hatten oder in Wasser gelegt wurden, waren nicht zum Aufspringen zu veranlassen. Erst nachdem künstlich eine Verletzung des Operculums herbeigeführt war, geschah das Abrollen desselben mit grosser Geschwindigkeit. Es müssen demnach auch in der Natur gewisse Umstände vorangegangen sein, welche eine Verletzung der Cuticula veranlasst haben. Dies scheint auch hier wieder durch die Trockenheit hervorgerufen zu werden und der Differenz, welche die Cuticula an der Abbruchstelle in ihrer Beschaffenheit aufweist, kann man eine Empfänglichkeit für diesen Einfluss wohl nicht absprechen. Ob man den Peristomzähnen in ihrer hygroskopischen Beschaffenheit eine Mitwirkung an

der Zerreissung des Operculums in trocknem Zustande zuerkennen darf, möchte ich bezweifeln, da die Spannung wohl im Stande ist, einen bereits gelösten Deckel gänzlich abheben zu helfen, aber doch zu schwach, eine zusammenhängende Zellschicht zu verändern.

Das Peristom von Tetraphis ist dasjenige Organ, welches wohl am meisten Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen ist. Es genügt darum, nur in Kürze hier darauf einzugehen. Bekanntlich spaltet sich das ganze, innerhalb des Operculums gelegene Gewebe, durch zwei senkrecht aufeinander stehende Ebenen in vier Zähne. Die äusseren 2—3 Zelllagen desselben sind dickwandig und von rothbrauner Farbe, während das Innere von einem hyalinen grosszelligen Gewebe erfüllt ist. Es ist nun schon mehrfach die Frage erörtert worden, ob die Anzahl der Randzellen jedes Zahnes in ihrer Anzahl constant ist oder variabel. Lantzius-Beninga hebt die grosse Regelmässigkeit in der Zahl dieser Zellen hervor und nimmt mit Robert Brown als Grundzahl derselben 32 an, indem sich jeder Zahn durch 7 Längsstreifen in 8 Theile zerlegen lässt, so dass auf die äusserste Zellschicht 8 oder 16 Zellen zu liegen kommen. Schimper hingegen bestreitet diese Annahme mehrfach und hebt die Variabilität der Längsrippen, deren 8—14 auftreten können, hervor, so dass von einer Anlage zu der Zahl 32 hier keine Rede sein könne. Zu einem gleichen Ergebnis in neuerer Zeit gelangt Philibert in seinen Untersuchungen über das Peristom der Moose (Revue bryologique 1889 Nr. 1) und sagt daselbst: „Si nous cherchons quel est le nombre de ces cellules colorées sur une même circonférence, nous verrons que ce nombre n'a rien de constant; il est plus grand vers la base, et diminue progressivement jusqu'au sommet du péristome; dans la partie inférieur, on en compte le plus souvent de 50 à 60, de telle sorte que plus tard, quand le cercle primitif se partage en quatre segments, chacun de ces segments contient en ce point, dans sa couche extérieur, 12 à 15 rangées longitudinales de cellules, sans qu'il y ait là rien de bien régulier, et ce nombre variant souvent d'un segment à l'autre dans une même capsule, à plus forte raison d'une capsule à une autre".

Ich kann dieses Ergebniss in der That bestätigen, da ich öfter die Veränderlichkeit in der Anzahl der Zellen in der äussern Schicht zu beobachten Gelegenheit hatte. Derselben liegt durchaus nicht immer die Zahl 32 zu Grunde, so dass eine Analogie in diesem Sinne mit den übrigen Moosen nicht vorhanden ist.

Was die Verwandtschaft der Tetraphideen zu den übrigen Moosen anbelangt, so bestreitet Lantzius-Beninga, dass das Peristom von

Tetraphis irgend welche Aehnlichkeit mit Polytrichum aufweist, sondern hebt hervor, dass diese Familie eine sehr isolirte Stellung einnehme. Auch der jegliche Mangel eines Epiphragmas scheint ihm dafür maassgebend zu sein, dass Tetraphis mit Polytrichum in gar keiner Beziehung stehe, während bei den übrigen Laubmoosen in den überwiegend meisten Fällen eine dichtere Lage quergestreckter Zellen über dem Peristom wenigstens die Anlage eines Epiphragmas verräth. — Im Gegensatz hierzu hebt Philibert die grosse Aehnlichkeit hervor, welche im Querschnitt am Grunde beider Peristome besteht, ohne jedoch manche bedeutende Unterschiede zu verleugnen. Bekanntlich bestehen die Peristomzähne von Polytrichum aus Bündeln langgestreckter Zellen, welche im Querschnitt ein ähnliches Bild geben wie ein Peristomzahn von Tetraphis. Der Unterschied tritt erst dann hervor, wenn man einen Zahn im Ganzen betrachtet. Bei Polytrichum erheben sich aus einer Grundlage kleiner cubischer Zellen (couronne basilaire) ein Bündel langgestreckter Zellen ohne Zwischenwände (fibres verticales simples); bei Tetraphis dagegen liegen bis zur Spitze eine Reihe continuirlich kürzer werdender Zellen übereinander, öfter durchsetzt von kürzeren und breiteren Zellen. Diejenigen, welche die Spitze bilden, schieben sich bisweilen in schiefer Richtung neben die tieferstehende benachbarte Zelle: „les cellules semblent assez souvent se terminer par un sommet aigu, qui vient se placer obliquement à côté d'une fibre voisine". Auf Grund dieser Untersuchungen glaubt der Autor den Polytrichaceen eine höhere Entwickelung zuerkennen zu müssen: „Il semble, que dans les Polytriches une évolution plus avancée du péristome ait abouti à une différentiation plus complète de ses éléments. Nachdem Philibert noch Tetrodontium auf sein Peristom hin untersucht hat, kommt er zu dem Resultat, dass wir in den Tetraphideen die Vorläufer der Polytrichaceen zu erblicken hätten: „On peut donc considérer ces deux péristomes comme dépendant d'une même type, dont les Tetraphis nous auraient en quelque sorte conservé l'ébauche, et dont les Polytrichs représenterai ent un degré beaucoup plus élevé, un perfectionnement ultérieur". Berücksichtigen wir nun noch das Operculum beider Familien, so scheint mir seine Eigenthümlichkeit hier wie dort aus schleimführenden Zellen zusammengesetzt zu sein, die nahen Beziehungen dieser Moose zu einander noch weiter zu bestätigen. Während bei Tetraphis der Schleiminhalt noch gross genug ist, den ganzen Deckel zum Abrollen zu bringen, ist er bei Polytrichum so verringert, dass er nur dazu zu dienen scheint, dem Deckel eine grössere Consistenz zu verleihen

und nur in einem einfachen Kreis von Ringzellen, der auch bei manchen Gattungen fehlt, an die eigenthümlichen Schleimzellen von Tetraphis erinnert.

Buxbaumia indusiata (Fig. 28 u. 29).

Die kleine, nur vier Species zählende Familie der Buxbaumiaceen ist eine so auffallende Erscheinung unter den Laubmoosen, dass das hohe Interesse, welches ihren Vertretern entgegen gebracht wird, sehr berechtigt erscheint, um so mehr, als gleichzeitig die Gattung Buxbaumia verhältnissmässig nur selten aufzutreten pflegt. Sie ist für die eingehende Untersuchung daher nicht jederzeit zugänglich, und dies wäre gerade hier wünschenswerth, da wir bei diesen merkwürdigen Pflanzen auch sehr überraschende Untersuchungsresultate voraussetzen dürfen. Ich war nun, durch die freundliche Mittheilung des Herrn Prof. Goebel geleitet, in der Lage, in hiesiger Gegend alle drei europäischen Species vereinigt aufzufinden und dieselben genauer studiren zu können. Aus diesem Grunde möchte ich etwas mehr auf die Familie eingehen, als ich es bei den anderen Laubmoosen gethan, wo im Allgemeinen nur der Ring und die Art des Aufspringens berücksichtigt wurde, und hoffe, dass auch die übrigen Beobachtungen Aufmerksamkeit finden werden.

Von den beiden Buxbaumien: B. indusiata und aphylla ist erstere die seltenere Art. Sie zeigt im ganzen Bau ihrer, wie bei allen Buxbaumiaceen dorsiventral gebauten Kapsel so tiefgreifende Unterschiede gegenüber der andern Art, dass beide zuweilen (Limpricht: Kryptogamenflora) getrennt in zwei verschiedene Unterabtheilungen gebracht werden. Unter Eubuxbaumia wird B. aphylla und unter Polyodon B. indusiata gestellt. Schon das äussere Ansehen der Kapsel zeigt nur bei flüchtiger Betrachtung Aehnlichkeit mit der vorigen Art. Sie ist abgerundet, ohne den scharfen Rand, welcher der Kapsel von B. aphylla das dorsiventrale Gepräge mit besonderer Deutlichkeit gibt; der Uebergang von der Urne in den Deckel findet bei weitem nicht so plötzlich statt, wie das bei der andern Art zu sehen ist. Man kann diese Unterschiede als zu unwesentlich für zwei Gattungen bezeichnen; dagegen ergibt der innere Kapselbau noch viel weiter gehende Abweichungen. Vor allem gilt dies von dem Ring und dem Peristom. Betrachten wir den Annulus bei B. indusiata im Längsschnitte.

Wir finden, dass seine Anlage höchst primitiv ist und von der immerhin noch künstlichen Einrichtung desjenigen von B. aphylla nichts verräth. Der hochgewölbte, fingerhutförmige Deckel wird grösstentheils aus unregelmässigen, grossen Zellen gebildet, welche auf den

ersten Anblick in die ganz gleich gestalteten Zellen des Urnenrandes überzugehen scheinen. Die Kapseloberhaut ist sehr dick und wird von Mittellamellen, die hier sehr deutlich hervortreten, durchzogen. An einer Stelle, welche sich bei noch jungen Individuen als ein dunkler Ring charakterisirt, bemerkt man, dass zwei oder drei über einander liegende Zellen von länglich ovaler Form, welche an die Cuticula anstossen, nach aussen hin eine breite Umgrenzung von körniger Beschaffenheit aufweisen (Figur 28 a). Dieselben zeigen eine hellbräunliche Farbe und rücken oftmals weit auf der Oberhaut nach aussen hin vor. Die daran anstossenden Zellen nach dem Innern sind unregelmässig hexagonal und, wie bemerkt, von den umgebenden Zellen der Kapselwand nicht unterschieden. Eine Färbung mit Hämatoxylin, Fuchsin oder Methylenblau ändert aber dies Bild, indem diese zwei- oder dreifache Lage der Zellen den Farbstoff begierig aufnimmt und sie somit als eigentliche Schleim- und Ringzellen sichtbar macht. Wir haben also hier nur eine wenig bedeutende Differenzirung der Ringzellen an der Cuticula zu constatiren, weiter nach innen ist äusserlich keine zu bemerken, so dass gewissermaassen nur eine Schleimlage die Abgrenzung zwischen Urne und Deckel bildet. Eine eigentliche Naht als Abbruchstelle in der Cuticula konnte ich nicht auffinden und die Oberhaut scheint hier nur vermöge der angedeuteten körnigen Beschaffenheit abzubrechen. Um den Vorgang beim Aufspringen der Kapsel zu verstehen, muss man die Eigenthümlichkeit dieser Art berücksichtigen, welche in einem Ablösen der Epidermis zur Zeit der Sporenreife besteht und welche der B. indusiata ihren Namen gab. Durch das Abrollen der ganzen überall sehr festen und dicken Oberhaut wird das darunter liegende Gewebe der Kapselwand blossgelegt und atmosphärischen Einflüssen ausgesetzt, deren wichtigster in diesem Falle die Trockenheit ist. Ein Austrocknen der Urnenwand wird in diesem Falle sehr viel leichter zu Stande kommen und die nächste Folge wird ein Zusammenfallen derselben sein. Widerstandsfähiger dagegen werden sich die Ringzellen infolge ihres Schleiminhaltes erweisen, der ein Austrocknen verhüten wird. Eine Spannung in den benachbarten Gewebetheilen wird eintreten, und schliesslich ein Zerreissen derselben am Ringe herbeiführen. Ein eigentliches Ablösen des Annulus konnte ich dabei nicht beobachten und die Zellen scheinen unregelmässig zu zerfallen oder am Deckel haften zu bleiben. Beides konnte ich nach abgesprungenem Deckel wahrnehmen. Ein bedeutendes Quellungsvermögen muss man diesen Schleimzellen wohl absprechen und sie scheinen allein dem Zwecke zu dienen, die Feuchtigkeit länger

zu bewahren. Das Operculum weist hier, wie überhaupt bei den Buxbaumiaceen, einen charakteristischen Bau auf. In seinem Scheitelpunkt vereinigen sich die Zellen radial und schliessen an ein Bündel langgestreckter Zellen an, welche eine Art kleiner Columella in seiner Achse bilden. Diese vereinigt sich dann durch Verbreiterung am Grunde mit der Columella der Kapsel, und bildet dort eine Lage kleiner Zellen, welche leicht eine Trennung zu Stande kommen lassen. Der Deckel fällt auch immer mit einem Stück der Columella ab. In den Zwischenraum, welchen die Deckelwand und die Columella bildet, ragt das Peristom hinein, welches bei der ganzen Familie ein sehr eigenthümliches Gebilde darstellt. Statt der getrennten Zähne finden wir eine fächerartig gefaltete Membran einen ununterbrochenen Kegel bilden. Derselbe zeigt im Querschnitt eine sternförmige Figur. Die Buxbaumia indusiata zeigt die Abweichung, dass hier nicht ein einfacher Kreis, sondern ein drei- oder gar vierfacher auftritt. Eine sehr eingehende Beschreibung dieser Verhältnisse gibt Philibert an oben erwähnter Stelle. Der innerste Kreis ist am deutlichsten zu erkennen, man zäht 32 Falten nach aussen und innen. Die ersteren sind in ihrer Länge durch kielartige Verdickungen verstärkt, während die inneren diese nicht aufweisen. Die äusseren Kreise weisen diese Faltung ebenfalls auf, jedoch meist in stumpferen Winkeln und keiner solchen Regelmässigkeit in der Zahl. Noch mehr gilt dies von dem nächstfolgenden concentrischen Kreise. Bei jüngeren Individuen besonders bemerkt man, dass diese vorspringenden Kiele durch weitere radial verlaufende Querwände mit einander in Verbindung stehen, so dass ein deutliches Netzwerk von Zellen zu Stande kommt (Fig. 29). Die Grösse der letzteren nimmt dabei von innen nach aussen zugleich mit ihrer Regelmässigkeit ab. Eine Eigenthümlichkeit dieser Zellwände sind die körnigen Verdickungen auf denselben. Dieselben bilden eine dichte Granulirung und finden sich auch auf den nach innen liegenden Membranen der Kapselwandzellen, so dass die Vereinigung derselben den vierten concentrischen Kreis eines Peristoms darstellt. Im weitern Verlauf der Entwickelung werden diese Verbindungswände sehr dünn, während die gefaltenen Wände an Dicke zunehmen und sind in den meisten Fällen, wo sie überhaupt noch vorhanden, nur mehr an ihrer Granulirung wahrzunehmen.

Was daher die Entwickelung und Auffassung dieser Peristomkreise anbelangt, so stimme ich mit Philibert überein, der sie als Reste eines ursprünglichen Zellnetzes betrachtet. „Il semble dont que l'on peut considérer toutes les dents et le péristome interne lui-même

comme les restes d'un tissu, composé à l'origine de plusieurs rangées circulaires de cellules, dont les cloisons latérales et horizontales ce seraient resorbées, tandisque les cloisons tangentielles se seraient épaissies et auraient seules persisté, les unes en demeurant unies entre elles en une membrane continue, les autres en se séparant suivant des lignes verticales pour constituer des dents indépendantes."

Am Grunde der Kapsel bemerkt man eine kleine apophysenartige Anschwellung. Sie bildet einen kleinen Hohlraum, durch welchen die Seta hindurchgeht und den Sporensack trägt. Dieser selbst ist von einer Lage sehr kleiner, dicht gedrängter Zellen umgeben und steht mit der Kapselwand durch gegliederte Spannfäden im Zusammenhang. Dieselben finden sich auch in der Apophyse. Die Seta ist kurz und dick, mit granulirter Epidermis. Ihr inneres Gewebe ist sehr viel lockerer als die Rindenschicht und sieht einem Markstrang nicht unähnlich.

Eigenthümlich ist der untere Theil dieses Stieles bei allen Buxbaumiaceen gebaut. In das kleine, rundlichovale Stämmchen, welches in jugendlichstem Stadium die bei dieser Gattung sehr hinfälligen Blätter trägt, ist die Seta tief eingesenkt und keulenförmig verdickt. Ihre Aussenschicht ist hier mit Saugfäden umkleidet, welche ein dichtes Gewebe bilden und aus dem Stämmchen die Nahrung empfangen. Dieses ist seinerseits wieder an der Oberfläche mit einem dichten Filz brauner Rhizinen umkleidet. Der Zweck dieser Einrichtung ist offenbar in einer Oberflächenvergrösserung des nahrungsaufnehmenden Organs zu suchen.

Buxbaumia aphylla (Fig. 30 u. 31).

Wie bemerkt, weist diese Art eine Reihe sehr wesentlicher Abweichungen von der vorigen auf, und was den anatomischen Bau der Kapsel anbelangt, so ist es vor allem der Ring und das Peristom und die damit verbundene Aenderung des Operculums, welches diese grosse Verschiedenheit hervorruft.

Der Annulus ist hier ein verhältnissmässig complicirtes Gebilde und besteht aus zwei gesonderten Theilen, einem inneren und einem äusseren. Der letztere geht hervor aus einer einfachen, aber sehr breiten Lage von etwa 10—14 kleinen, ovalen Zellen, welche über einander liegend unter der Cuticula einen Gürtel um die Kapselmündung bilden. Ihre Wandung ist so beschaffen, dass die Oberhaut nur noch mit dünnen Membranen an das darunter liegende Gewebe angeheftet ist und leicht abreissen kann. Diese Zellreihe unter-

scheidet sich von den folgenden ganz gleich gebauten Epidermzellen nur durch ihren Inhalt. Derselbe besteht nämlich aus Schleim, welchem in einem so hohen Grade Verquellbarkeit zukommt, wie ich es sonst nirgends bei anderen Moosen wahrnehmen konnte. Ein wenig Wasser auf einen Längsschnitt durch die Kapselwand macht den Vorgang anschaulich. Der Inhalt der kleinen Zellen beginnt sich in die Länge zu strecken und wurmförmige Schleimmassen zu bilden, welche von der losgesprengten und nunmehr abstehenden Epidermis nach innen hervorragen (Fig. 31) und zapfenartig in die inneren Alveolen der Oberhaut eingefügt sind. Die Struktur dieses Schleimes ist höchst auffallend. Am deutlichsten tritt sie durch eine sehr schwache Methylenblaufärbung hervor, doch ist sie auch ohne solche schon zu erkennen. Eine starke Lösung ist nicht vortheilhaft, da der Schleim diesen Farbstoff so stark in sich aufnimmt, dass er fast schwarzblau und undurchsichtig wird. Während sonst die Tinction des Ringschleimes nur eine diffuse war, tritt hier eine ungemein klare parallele Schichtung senkrecht zur Ausdehnungsrichtung auf. Oefter sieht man sogar die Schleimmasse in dieser Richtung zerrissen und das Ganze gewährt den Anblick, wie ihn Fig. 31 veranschaulicht. Die Eigenschaft und das Aussehen erinnert unwillkürlich an Stärkekörner mit ihrer schaligen Struktur. Die wieder eintrocknenden Schleimkörper schrumpfen auf ein Minimum zusammen und füllen nur die Ausbuchtungen der Epidermis, um beim Befeuchten immer wieder aufzuquellen. Man kann das Experiment beliebig oft wiederholen, ohne dass diese Eigenschaft verloren ginge. Eine Andeutung dieses organisirten Aussehens der Schleimsubstanz ist mir bereits bei Polytrichum aufgefallen und ich habe es bereits erwähnt, dort ist es indessen lange nicht so klar ersichtlich. Infolge dieser Quellung des Schleimes bei B. aphylla wird nun der Ring zersprengt und klafft in einzelne Stücke zertrennt von der Kapsel ab (Fig. 30 aa).

Das unter diesen Ringzellen liegende Gewebe im Innern der Kapsel wird aus kleinen starkwandigen und unregelmässigen Zellen gebildet, welche nach oben zu länger gestreckt werden und infolge einer dünnen membranartigen Zellwand eine durchscheinende Beschaffenheit annehmen. Zuletzt werden sie schmäler und bedeutend verlängert und verlaufen (Fig. 30 r) in schiefer Richtung von aussen nach dem Inneren des Deckels und bilden, wenn letzterer abgefallen ist, einen nach oben zugeschärften, ausgenagten Zellkranz. Die wichtigste Eigenschaft dieses Zellkomplexes ist die, in feuchter Luft zu verquellen, d. h. seine Elemente sind ebenfalls schleimführend,

wenn auch nicht in dem Grade, wie bei dem äusseren Ring. Eine geeignete Färbung lässt dies deutlich hervortreten. Man muss dieses Gebilde vermöge seiner Function als einen wirklichen Annulus ansehen trotz seiner von der der übrigen Laubmoose sehr abweichenden Form. Es ist im allgemeinen richtig, wenn Philibert sagt: „Ce qui constitute les véritables anneaux, c'est une différenciation de quelques cellules de la couche la plus extérieur de la capsule, qui, vers le point où l'opercule doit se détacher s'epaississent d'une façon particulière et prennent des formes spéciales". Unrichtig dagegen ist es zu behaupten: „Ici, (B. aphylla) au contraire, il s'agit de couches intérieures et profondes, occupant exactement la place des celles qui forment le péristome dans les autres mousses".

Diese Ringzellen treten thatsächlich bis an die Oberfläche der Kapsel heran und werden nach Abspringen des äussereren Ringes gänzlich blossgelegt. Sie zeigen immerhin eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Ring von B. indusiata, was ihre Lage in der Aussenwand betrifft, und sind wahrscheinlich gleichen Ursprungs. Den Ring dieser Art aber mit dem Peristom in irgend welche Verbindung bringen zu wollen, scheint mir ganz unzulässig. Beide Ringe sind Gebilde der Kapselwandzellen und reichen nur bis zum wirklich vorhandenen Peristom heran. Ihre Lage so definiren zu wollen, als nähmen sie die Stelle des Peristoms bei den übrigen Moosen ein, ist höchstens dem ersten Augenschein entsprechend. Hier wie dort ist der Ring, wenn ich mich so ausdrücken darf, der Abschluss des Urnenrandes, bestehend aus einem im Allgemeinen schleimführenden Zellenkranz.

Infolge der eigenthümlichen Gestalt des Urnenrandes ist auch das Operculum von anderer Form als bei B. indusiata. Dort ist es an seinem unteren Rande gerade abgeschnitten, während es hier einen lang zugeschärften Rand mit entsprechend gelagertem Zellgewebe besitzt. Seine Zellwände sind ziemlich dick und von rothbrauner Farbe. Das ganze Gebilde ist fingerhutförmig und trägt in seiner Axe die Fortsetzung der Columella, welche mit dem Deckel verbunden abfällt, ganz in gleicher Weise, wie bei B. indusiata.

Eine weitere Verschiedenheit weist diese Art gegenüber der vorigen auf durch ihr einfaches Peristom. Wir finden hier nur einen in der beschriebenen Weise gefalteten Membrankegel von blassgelber Farbe und körniger Beschaffenheit. Derselbe entspricht dem innersten Peristomkreise bei B. indusiata, ist also der Columella des Deckels zunächst liegend. Er gleicht demjenigen der anderen Art in allen Stücken, nur sind hier die äusseren Kielleisten noch stärker entwickelt,

wie man deutlich auf dem Querschnitt wahrnimmt. Ausserhalb dieser Membran findet sich ein Ring von Zähnen, welche aus Zellwänden, die in stumpfen Winkeln sehr unregelmässig zusammenstossen, gebildet werden und den äusseren Peristomen der B. indusiata entsprechen würden, nur haben sie diesen ausgesprochenen Charakter nicht mehr aufzuweisen. Allein ihre granulirte Oberfläche lässt eine nähere Beziehung zu dem eigentlichen Peristom erkennen. Da mir nur gänzlich ausgereifte Kapseln zu Gebote standen, so konnte ich nicht mit Sicherheit nachweisen, ob die vorspringenden Peristomleisten noch durch Zwischenwände mit dem äusseren Zellgewebe einerseits und der Columella andererseits in Verbindung stehen, doch zweifle ich daran nicht, da auch bei B. indusiata in späterem Alter diese Wände entweder ganz verschwinden oder äusserst dünn werden. Weiter nach aussen gegen die Kapsel- resp. Deckelwand zu schliesst sich eine mehr oder minder breite Lage von ovalen oder sechseckigen Zellen an, deren Wände glatt und dünn sind. Dies ist nichts anderes als der Ring, welcher im Querschnitt an der Spitze sehr schmal, weiter unten immer breiter wird, während die äusserste Lage dickwandiger Zellen, der Deckelrand, natürlich die umgekehrten Phasen durchläuft. Eine Färbung lässt diesen Unterschied sehr deutlich hervortreten, indem die Ringzellen lebhaft tingirt werden. Von den extremsten Schnitten zeigt der oberste nur das gefaltete Peristom, welches die Ringzellen überragt, und das Gewebe des Operculums, der tiefste, im unteren Theil des Aussenringes zeigt das Peristom, das starkwandige Gewebe der Kapselwand und einen schmalen Kreis von Ringzellen dicht unter der Cuticula. Eine Färbung in diesem Falle beeinflusst bloss diese letzteren Zellen. Ein geeigneter dritter Schnitt zeigt, dass die Zellen des inneren Ringes in einer gewissen Höhe bis an die Cuticula heranreichen, das ist dort, wo der obere Rand des äusseren Ringes und der Deckelrand zusammenstossen. Die Verhältnisse liegen somit sehr klar zu Tage und eine Auslegung Philibert's, als nähmen die quergeschnittenen Zellen des Innenringes hier die Stelle des äusseren Peristomkreises bei B. indusiata ein, und als ständen beide Organe zu einander in gewissen Beziehungen, scheint etwas zu künstlich.

Der übrige Bau der Kapsel weist keine wesentlichen Abänderungen von dem der B. indusiata auf. Alles dort Gesagte über den Sporensack, die Apophyse, die Seta und ihre Haustorialfäden im Innern des Stämmchens finden hier ihre Wiederholung. Nur ist mir aufgefallen, als ob die mit reichen Plasmainhalt versehenen Zellen des Stämmchens

in der Umgebung der Saugwurzeln erheblich kleiner seien als bei der anderen Art.

Diphyscium foliosum (Fig. 32 und 33).

Diese interessante Gattung schliesst sich in ihren Hauptmerkmalen so eng an die vorige an, dass eine nahe Verwandtschaft mit ihr wohl kaum ernstlich in Zweifel gezogen werden kann. Dass es trotzdem schon geschehen ist, hat Diphyscium hauptsächlich seinem Habitus, welcher sich vermöge der reichlichen Perichätialblätter dem der übrigen Laubmoosen nähert, zu verdanken. Wenn wir indessen berücksichtigen, dass derartige Blattgebilde selbst bei Buxbaumia in ihren jüngsten Entwickelungsstadien auftreten, nachher aber verschwinden, und dass sich bei Diphyscium alle Verhältnisse, welche Buxbaumia auffallend machen, wieder finden, so ist es doch sehr naheliegend, diese nicht minder merkwürdige Gattung mit voriger in eine Familie zu vereinigen.

Die Kapsel ist ebenfalls dorsiventral gebaut, stark blasig aufgetrieben und mit einer verhältnissmässig zarten Epidermis überkleidet. Das Operculum ist ziemlich klein und lang zugespitzt. Anfangs wird es von einer kleinen Calyptra nur theilweise überdeckt. Seine Verbindung mit der Mündung der Kapsel wird durch ein System wohlausgebildeter Ringzellen vermittelt. Die Ausbildung dieses Organs lässt die Vermuthung zu, dass die Gattung Diphyscium in der That ihrer Entwickelung nach über die Buxbaumien gestellt werden muss. Ein Längsschnitt (Fig. 32) zeigt, dass der Ring aus meist zwei Lagen, seltener drei, über einander liegender Zellen besteht, welche zusammengenommen öfters eine einzige rechteckige, gebogene oder ovale Zelle darzustellen scheinen. Sie sind häufig von ungleicher Länge und eine überragt die andere. Ueberhaupt kann man ihnen eine allzugrosse Regelmässigkeit in ihrer Form nicht zuerkennen, und auf den ersten Blick erinnerten sie mich in etwas an die schleimführenden Zellen der Buxb. indusiata.

Der Unterschied von diesen ist aber bedeutend, denn die Ringzellen von Diphyscium gehören nur der Epidermis an, während die der genannten Buxbaumia in mehreren Reihen bis an das Peristom herantreten. Wir haben in diesem Ring also ein Gebilde, welches viel Analogie mit dem der übrigen Laubmoose aufweist, ohne wiederum eine nähere Beziehung zu der verwandten Gattung zu verleugnen.

Meist sind die unter den eigentlichen Ringzellen liegenden Kapselwandzellen von jenen ohne Weiteres kaum zu unterscheiden, doch

lässt eine Färbung den Unterschied sofort hervortreten. Die Ringzellen nehmen sehr begierig den Farbstoff auf, während die benachbarten nicht beeinflusst werden. Zuweilen wollte es mir scheinen, als ob die in das Innere gegen das Peristom liegenden Zellen, welche an den Ring anstossen, eine deutliche, wenn auch schwächere Färbung erfahren hätten. Diese Erscheinung würde noch mehr an Buxb. indusiata erinnern. Doch ist mir das nur sehr vereinzelt begegnet und möglicherweise nur ein zufälliges Eintreffen. Das Plasma der Ringzellen ist stark contrahirt und wenn keine Täuschung vorliegt, so glaube ich an dem umliegenden Schleiminhalt eine concentrische Schichtung wahrgenommen zu haben; dies nicht vereinzelt, sondern immer. Die Ringzellen treten etwas in die Cuticula herein, wodurch dieselbe hier bedeutend dünner wird. Eine Abbruchstelle konnte ich nicht auffinden. Doch muss ich bemerken, dass die Untersuchungen an noch ziemlich jungen Individuen vorgenommen wurden. Beim Aufspringen der Kapsel scheint das Parenchymgewebe innerhalb der Ringzellen einfach zu zerreissen, was bei seiner Zartheit wohl keine grossen Hindernisse bereiten würde. Möglicherweise vertrocknet es bereits vor dem Abfallen des Deckels; jedenfalls konnte ich in diesem Stadium keine Differenzirung wahrnehmen, die eine spätere Trennung angedeutet hätte.

Das Peristom von Diphyscium ist von allen Buxbaumiaceen wohl am klarsten entwickelt. Wir sehen nur einen faltigen Membrankegel, mit zahlreichen Papillen übersät. Seine äusseren Falten sind durch kielartige Verdickungen ausserordentlich verdickt und die Zahl derselben ist auf 16 reducirt. Dieselben sind am Grunde des Peristoms mit dem zarten Gewebe in der Ringgegend direct verwachsen. Von äusseren körnigen Membranen, wie sie selbst bei Buxb. aphylla deutlich wahrzunehmen sind, ist hier nichts vorhanden. Bei einem höher liegenden Querschnitt sieht man zwischen der sternförmigen Peristomfigur und der Kapselwand einen leeren Raum. In der Höhe des Ringes (Fig. 33) sieht man die starken Kielleisten mit dem Innengewebe verwachsen, worauf dann unter der Cuticula die Ringzellen folgen. Die sonstigen Eigenschaften des Peristoms, seine Fähigkeit, die Kapselmündung durch Drehung der Falten zu verschliessen, theilt es mit den übrigen Buxbaumiaceen und sind hinlänglich bekannt.

Betreffs des Saugorgans von Diphyscium ist dasselbe zu sagen, wie bei Buxbaumia, nur finden wir das Stämmchen mit lang zugespitzten Blättern reichlich besetzt. Die Seta ist hier sehr klein, so dass die Kapsel auf der Erde zu sitzen scheint und die keulen-

förmige Verdickung, mit welcher sie in den Stamm eingesenkt ist, erscheint hier nicht so kräftig ausgebildet. Im übrigen findet sich hier dasselbe Geflecht von Haustorialfäden am Fusse des Stieles.

Zum Schlusse möchte ich über diese merkwürdige Familie der Buxbaumiaceen noch eine Betrachtung anknüpfen über das Alter und die systematische Stellung derselben. Es ist schon öfter die Vermuthung ausgesprochen worden, dass die Buxbaumiaceen angesichts ihrer zuweilen sehr primitiven Organe die Reste einer früheren, weit mehr verbreiteten Pflanzenfamilie seien. Schon eine Reihe ganz äusserlicher Umstände muss auf diese Vermuthung führen, und in seinen Études sur le péristome spricht dies Philibert auch aus. Durch die Untersuchungen Goebels: Archegoniatenstudien (Flora: Erg.-Bd. 1892) über die Geschlechtsgeneration der Buxbaumiaceen gewinnt diese Ansicht nun einen weiteren, sicheren Boden. Danach ist es erwiesen, dass die Sexualpflanzen von Buxbaumia auf einer sehr niedrigen Entwickelungsstufe stehen, während hingegen die männlichen Pflanzen von Diphyscium mit denen der übrigenMoose übereinstimmen. Auch ist hier die weibliche Pflanze mit mehreren Archegonien versehen, und die Blätter zeigen eine weitaus höhere Entwickelung. „Dies Verhältniss", sagt demnach Goebel, „ist wohl dahin aufzufassen, dass die Buxbaumiaceen eine sehr alte Familie sind, von der, so weit wir wissen, nur zwei Formen, Diphyscium und Buxbaumia, erhalten geblieben sind. Von diesen ist die eine, Buxbaumia, auf einem primitiven Gestaltungszustand stehen geblieben. Die andere dagegen hat eine Entwickelung erfahren, welche sie der der anderen Moose nahe gebracht hat." Der Einwurf Bowers, dass die geringe Entwickelung der Sexualpflanzen bei Buxbaumia in ihrem saprophytischen Charakter eine Erklärung fände, also ein reducirter Entwickelungsgrad wäre, ist nicht annehmbar. Denn „erstens liegt für den Saprophytismus der Buxbaumia keinerlei Beweis vor", da das Substrat, faulendes Holz ebensogut nur als ein Schwamm und somit als günstiger Nährboden wirken kann, und ausserdem der Chlorophyllmangel in den Blättern der Buxbaumia reichlich durch das Chlorophyll im Protonema Ersatz findet, zweitens kann die saprophytische Lebensweise doch kaum die Bildung eines Organes wie den Annulus beeinflussen, welcher gerade hier auch die graduelle Entwickelung verräth. Betrachtet man den sehr einfachen Bau dieses Gebildes bei den Buxbaumiaceen im Vergleich mit dem künstlichen Ringsystem der übrigen Moose, so gewinnt die Ansicht vom hohen Alter der Buxbaumiaceen einen neuen Boden. Ein einfacherer Ring,

wie bei der Buxb. indusiata, als eine Lage unregelmässiger, nicht differenzirter Schleimzellen ist wohl nicht denkbar. Zwar erscheint der Ring bei Buxb. aphylla künstlicher angelegt, aber immerhin lässt er bestimmt abgegrenzte Formen, besonders gegen den Urnenrand vermissen. Eine weit höhere Entwickelung dagegen zeigt der Ring von Diphyscium, der seiner ganzen Anlage gemäss sehr an den Ring der übrigen Laubmoose erinnert und gewissermaassen dessen primitivste Form vorstellt. Also auch hier bemerken wir die höhere Entwickelung von Diphyscium und dazu bei einem Organ, das durch die saprophytische Lebensweise schwerlich beeinflusst werden kann und der oben angeführte Auspruch Goebel's gewinnt hier eine weitere Bestätigung. Ferner erscheint es nach Goebel auf Grund aller Ergebnisse über die Erforschung der Buxbaumiaceen zweckmässiger „diese recht vereinzelt stehende Gruppe nicht wie bisher unter das Gros der acrocarpen Bryineen zu stellen, sondern ihnen ebenso wie den Sphagnaceen und Andreaeaceen eine gesonderte Stellung anzuweisen. Die im Pflanzenreich öfters wiederkehrende Thatsache, dass in einem grösseren Verwandtschaftskreise primitive Charaktere bald da bald dort sich erhalten haben, spricht, wie mir scheint, nicht für einen Stammbaum, sondern für ein strahlenförmiges Auseinandergehen der einzelnen Formen, wobei die Uebereinstimmung derselben durch die stoffliche Uebereinstimmung, wie sie schon im Ausgangspunkt gegeben ist, bedingt wird".

Die mitgetheilten Untersuchungen wurden in dem pflanzenphysiologischen Institut zu München auf Veranlassung des Herrn Professor Dr. Goebel durchgeführt. Ich finde hier eine erwünschte Gelegenheit, meinem sehr verehrten Lehrer für seine bereitwillige Unterstützung und beständige Anregung meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

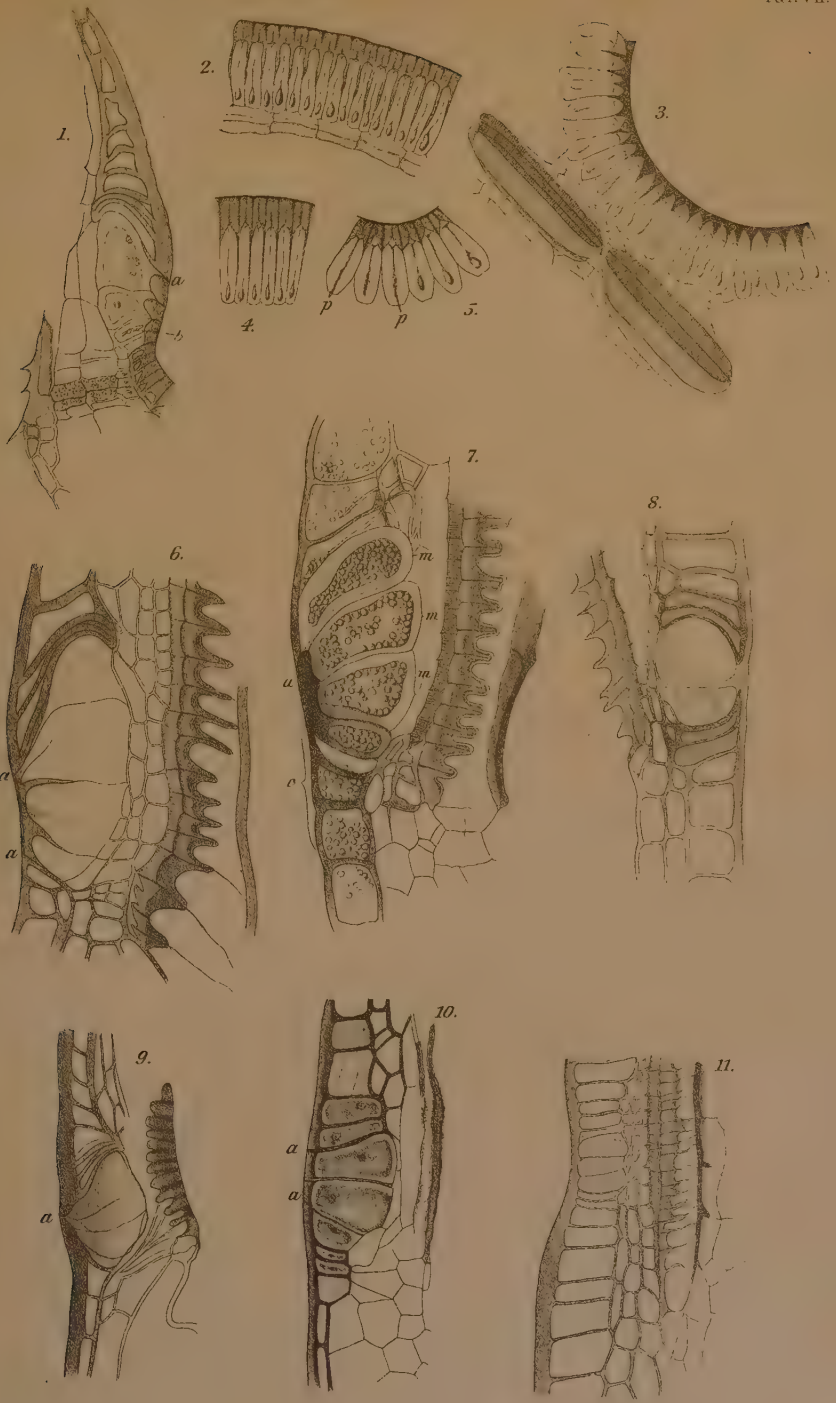
München, den 4. Juli 1894.

Erläuterung der Figuren.

Die Figuren wurden mittels des Zeichenprismas von Oberhäuser entworfen und sind mit einer Ausnahme (Fig. 30 90fach) alle in einer 175fachen Vergrösserung gezeichnet.

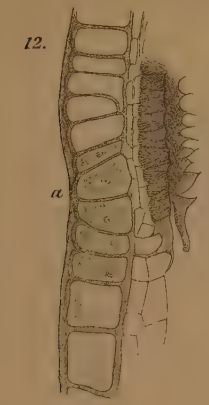
Fig. 1. Annulus von Funaria (Längsschnitt).
Fig. 2. „ „ „ (Querschnitt).
Fig. 3. „ „ „ (Querschnitt nach dem Aufspringen).
Fig. 4 u. 5. 6 Annulus-Zellen im Querschnitt vor und nach dem Aufspringen.
Fig. 6. Annulus von Bryum (Längsschnitt).
Fig. 7. „ „ Mnium hornum „

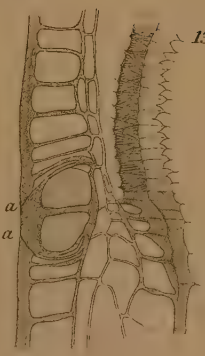
Fig. 8. Annulus von Mnium punctatum (Längschnitt).
Fig. 9. „ „ Ceratodon „
Fig. 10. „ „ Distichium „
Fig. 11. „ „ Hypnum „
Fig. 12. „ „ Amblystegium „
Fig. 13. „ „ Brachythecium „
Fig. 14. „ „ Rhynchostegium „
Fig. 15. „ „ Dicranum „
Fig. 16. „ „ Barbula „
Fig. 17. „ „ Dicranella „
Fig. 18. „ „ Fissidens „
Fig. 19. „ „ Orthotrichum „
Fig. 20. „ „ Grimmia „
Fig. 21. „ „ Bartramia „
Fig. 22. „ „ Pottia „
Fig. 23. „ „ Polytrichum „
Fig. 24. „ „ Pogonatum „
Fig. 25. „ „ Catharinea „
Fig. 26. „ „ Tetraphis „
Fig. 27. „ „ „ (Querschnitt).
Fig. 28. „ „ Buxbaumia indusiata (Längsschnitt).
Fig. 29. „ „ „ „ (Querschnitt).
Fig. 30. „ „ „ aphylla (Längsschnitt).
Fig. 31. „ „ „ „ (Querschnitt).
Fig. 32. „ „ Diphyscium (Längsschnitt).
Fig. 33. „ „ „ (Querschnitt).

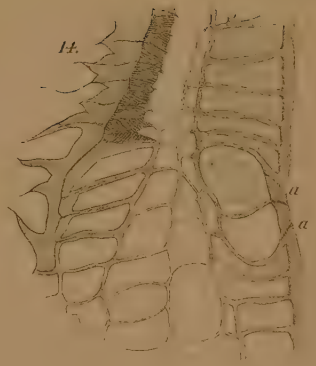


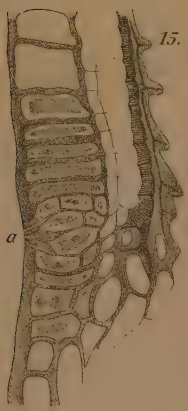
Diehm del.

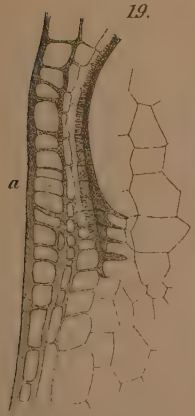
W.A. Mann, Lith. Inst. Berlin S.

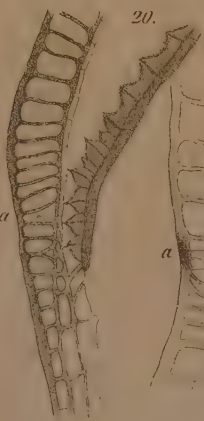




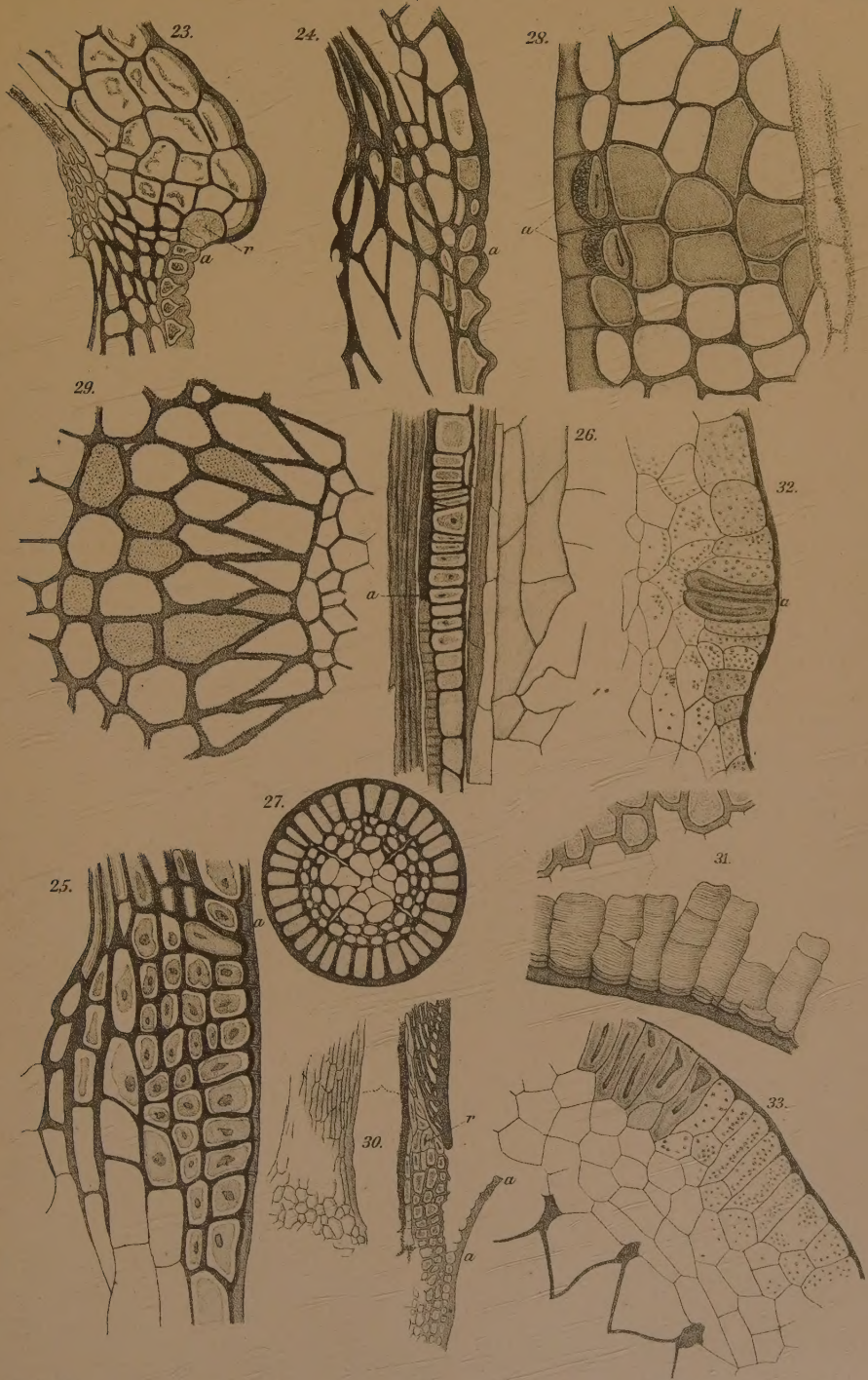








Drehm del


23.
a
r
24.
a
28.
a
29.
26.
a
r
32.
a
27.
25.
a
31.
30.
r
a
a
33.